



Bill Gajda, director de Màrqueting de la GSM Association: 8

## “Acabarem l’any amb 100 milions d’usuaris 3G a tot el món”

Acord de col·laboració amb  
el 3GSM World Congress 12

Miguel Ángel Lagunas,  
director del Centre Tecnològic  
de Telecomunicacions de  
Catalunya (CTTC): “El nostre  
repte és incrementar els llocs  
de treball en R+D” 14

# LA REVISTA DELS ENGINYERS DE TELECOMUNICACIÓ

Any 13      Número 36      12/2006



col·legi oficial  
associació catalana  
enginyers de telecomunicació

## Edita:

Associació Catalana d'Enginyers de  
Telecomunicació (ACET)  
València, 84, local 1 bis  
08015 BARCELONA  
Tel.: 93 229 20 03 - Fax: 93 229 20 42  
www.telecos.cat

## Publicitat:

Armengol i Associats.  
Tel.: 93 415 96 83  
mail@armengol.net

## Consell de Direcció:

Miquel Ramírez, degà del COETC  
Carles Martín, president de l'ACET  
Guillermo Canal, gerent del COETC/ACET

## Coordinació:

Jordi Duch  
jordi.duch@coetc.org

## Maquetació:

Criteri de Comunicació, s.l.  
(www.criteri.net)

## Col·laboradors:

Cristina Aced  
Emiliano Acosta  
Marc Aznar  
Diego Bartolomé  
Jordi Casademont  
Alfred Causi  
Jordi Duch  
Montse Fornés  
José Manuel Huidobro  
Carles Martín  
Manuel Moralejo  
Josep Paradells  
Odalis Peyrón  
Cristina Puig  
Fina Sala  
Mateo Valero  
Rafael Vidal

## Fotomecànica i impressió:

Cevagraf, sccp

## Dipòsit legal:

B-17.897-99

L'opinió del Col·legi Oficial i de l'Associació Catalana d'Enginyers de Telecomunicació (COETC/ACET) queda reflectida exclusivament en la secció editorial. Els articles i les col·laboracions només reflecteixen les opinions dels seus autors.

## SUMARI

PÀG.

### Editorial:

Infraestructures 2.0 3

### Esdeveniments destacats:

La regulació audiovisual centra l'atenció de Sant Gabriel 2006 4  
Caminem junts cap a la convergència digital 7

### Entrevista:

Bill Gajda, director de la GSM Association: "Acabarem l'any amb  
100 milions d'usuaris 3G a tot el món" 8

Miguel Ángel Lagunas, director del Centre Tecnològic de  
Telecomunicacions de Catalunya (CTTC): "El nostre repte és  
incrementar els llocs de treball en R+D" 14

### Tecnologia:

El protocol IP Mobile. La mobilitat a Internet (II Part) 20  
WiMAX acosta la veritable revolució de la banda ampla 23  
Traduccions automàtiques a través del mòbil 26

### Mirador:

La supercomputació al servei de la comunitat científica 29

### Actualitat:

Primera promoció d'Enginyeria de Telecomunicació de la UAB 32  
El COETC/ACET s'apropa als estudiants de "telecos" 32  
Les telecomunicacions volen pragmatisme 33  
La gestió del coneixement a debat 34  
XVII Congrés d'Estudis de Telecomunicació 34

### Responsabilitat social:

Les tecnològiques Nokia i Dell són les més ecològiques 35

### Economia i gestió:

Sintonitzar negoci i tecnologia 36

### Calidoscopi:

Art i ciència: Gerolamo Cardano 38  
Publicacions 39

# Infraestructures 2.0

**L**es diferències entre un bon jugador de futbol i un jugador excepcional es resumeixen en la seva visió del joc i en la capacitat d'anticipar els moviments de la pilota i dels jugadors. Des d'un punt de vista de país i de societat, la capacitat d'anticipar-se, que no és més que l'intent de gestionar el futur, necessita també aquesta "visió del joc". En aquest escenari les nostres eines són la previsió i la planificació.

En l'anterior legislatura es van prendre algunes decisions sobre el tipus de futur que volíem per a Catalunya, de totes les quals destacaria l'anomenada Tecnoregió, perquè ens afecta de ple. Aquesta iniciativa expressa la voluntat que Catalunya sigui capdavantera, com a mínim a nivell europeu, en producció i ús de tecnologies de la informació.

Utilitzant llenguatge matemàtic, diria que es donen les condicions necessàries i suficients. Per aconseguir els objectius plantejats per la Tecnoregió, la condició necessària és l'existència d'infraestructures de banda ampla de prou capacitat i abast geogràfic. Entenent per capacitat, l'absència de colls d'ampolla, amb independència del tipus d'aplicació que s'utilitzi. La resposta tècnica a aquesta premissa, en el cas de les xarxes fixes, és la fibra fins a la llar (o fins a pocs metres), i en el de les xarxes mòbils WiMAX o HSDPA/HSUPA, és l'esperada promesa del 4G. Però, i l'ADSL, doncs? L'ADSL és el present, com ho són les actuals xarxes de cable, però... estem parlant d'un futur pròxim.

Arribats a aquest punt, i acceptant que sabem el que volem, com ho aconseguirem? Els extrems d'aquest escenari serien, d'una banda, el "laissez faire" (amb

la confiança que el mercat farà el que calgui), i de l'altra, el desenvolupament d'una xarxa única.

El mercat es mou per la capacitat present o futura d'obtenció de beneficis, pel desenvolupament de plans de negoci que ofereixin un retorn adequat de la inversió. Els plans de negoci han de respectar tant l'interès dels accionistes com l'entorn regulador, la CMT en aquest cas. La CMT, seguint les directrius europees, estableix la preservació de la competitivitat com un dels valors bàsics. Aquesta declaració de principis fa que els operadors no trobin escenaris per al desplegament de noves xarxes, si no coneixen per endavant si la nova xarxa es considerarà "oberta" i de preu regulat; és a dir, si els futurs bucles de client de fibra s'oferiran en les mateixes condicions de l'actual Oferta de Bucle d'Abonat (OBA). Aquesta situació pot perllongar-se mesos i fins i tot anys... però el món continua girant i tant als USA com en les emergents economies asiàtiques s'ha començat a desplegar les noves xarxes que, seguint la moda a l'ús, batejarem com a Infraestructures 2.0.

Des del COETC entenem que sense un ROI acceptable els operadors tendiran a alentir les inversions (el clàssic "wait and see"), però cal denunciar que aquesta situació posa en perill la competitivitat de la nostra economia i que, en el sector TIC, ens relega a una posició de classe de tropa, i fa que la Tecnoregió només sigui un discurs de bones paraules.

La nostra proposta per sortir d'aquest laberint és la concertació entre el sector privat (el mercat) i l'Administració Pública. Només aquesta darrera té les competències sobre l'ús dels espais

públics, que és un factor clau per al desplegament de noves infraestructures, tant fixes com mòbils, i sobretot també, la capacitat de suportar models de negoci amb un ROI de 12 a 15 anys, un període molt superior al que contempla la iniciativa privada. I és que les infraestructures de fibra òptica tenen una vida útil superior a vint anys, però és difícil que un pla de negoci del sector privat contempli ROI's superiors a 5-7 anys.

Proposem que s'estableixi un objectiu de desplegament amb el calendari, previsió i planificació adequats, per donar resposta a curt termini a les necessitats d'un territori que vol posicionar-se en primera línia en l'entorn competitiu de les regions europees i en estreta cooperació entre els sectors privat i públic.

Des del COETC fem la petició de dedicar a infraestructures de telecomunicació el 4% de la inversió del departament de PTOPI. Les infraestructures creades per l'Administració s'haurien de posar a disposició de les operadores de serveis finals en condicions igualitàries, alhora que servien per incrementar i millorar els serveis propis de l'Administració. Aquest impuls serviria de catalitzador del procés de desplegament de noves xarxes, respectant les condicions regulatòries i facilitant la competència entre operadores de serveis.

**MIQUEL RAMÍREZ MARTÍN**

**Degà del COETC**



# La regulació audiovisual centra l'atenció de Sant Gabriel 2006

Els reptes del sector audiovisual en regulació, innovació i competència

L'acte programat pel COETC/ACET per al "Dia dels enginyers de telecomunicació", que el nostre col·lectiu celebra cada any per Sant Gabriel (28 de setembre), va ser una sessió de debat sobre els reptes de la regulació audiovisual, a càrrec de Reinaldo Rodríguez, president de la Comissió del Mercat de les Telecomunicacions (CMT), i de Josep Maria Carbonell, president del Consell de l'Audiovisual de Catalunya (CAC).



► Taula de ponents moderada pel degà del COETC, Miquel Ramírez (al mig). A la dreta, Reinaldo Rodríguez, president de la Comissió del Mercat de les Telecomunicacions (CMT), i a l'esquerra, Josep Maria Carbonell, president del Consell de l'Audiovisual de Catalunya (CAC)

**D**avant d'un auditori d'un centenar d'assistents, el moderador de l'acte, Miquel Ramírez, degà de COETC, va començar remarcant l'interès que suscita el tema de la regulació dels continguts audiovisuals i a continuació va presentar els dos ponents: Reinaldo Rodríguez, president de la Comissió del Mercat de les Telecomunicacions (CMT) i Josep Maria Carbonell, president del Consell de l'Audiovisual de Catalunya (CAC).

El primer a prendre la paraula, Josep Maria Carbonell, va centrar l'atenció en

el procés de convergència de xarxes electròniques i xarxes de TV i en quin serà el futur de la regulació dels continguts en l'àmbit audiovisual. En aquest sentit, va descriure la situació actual de la normativa europea de regulació dels continguts de televisió, que diferencia els serveis lineals de comunicació audiovisual (l'actual sistema analògic de televisió), dels serveis no lineals (el futur sistema de televisió digital, de caire interactiu). Sobre uns i altres va apuntar que "mentre els primers es regiran per la

normativa actual, que regula els horaris protegits, la publicitat, etc., en canvi els segons ho faran en base a una normativa més flexible".

En aquest punt, va explicar que els límits que imposa la normativa europea sobre televisió, i en concret la directiva de la "Televisió sense fronteres" (en fase avançada de tramitació, concretament d'introducció d'esmenes parlamentàries), s'estan revisant com a conseqüència dels profunds canvis tecnològics i empresarials que s'estan produint actualment. D'acord amb les seves previsions, "la Unió Europea (UE) l'aprovarà en un parell d'anys i després cada govern comunitari l'adaptarà a la seva legislació".

A partir d'aquest moment, Josep Maria Carbonell, es va remuntar als orígens de la regulació dels continguts informatius, que va situar l'any 1930 als Estats Units. De llavors ençà, els mitjans de comunicació escrits tant dels països de la UE com dels EUA han basat la seva trajectòria en dos principis bàsics: la llibertat d'expressió i el dret a la informació. Els mateixos que fins els anys 80 també van regir la TV, però que, "a partir d'aquest moment, coincidint amb la desaparició dels monopolis públics de TV i l'aparició de les cadenes privades, es van començar substituir per la regu-



lació dels continguts". Sobre els diferents aspectes que la directiva de "TV sense fronteres" de la UE vol regular, Carbonell va diferenciar tres eixos: "la protecció dels drets bàsics (com ara, la protecció dels menors), la publicitat i les quotes de producció audiovisual". Els òrgans encarregats de vetllar per la seva aplicació, el Consells Audiovisuals, s'han anat escampant per tota Europa, excepte a Itàlia, Gran Bretanya i Espanya (on només el CAC, a Catalunya, fa la funció de regular els continguts audiovisuals per protegir els drets dels ciutadans basant-se en la normativa europea de "TV sense fronteres").

Finalment, Carbonell va incidir en els canvis tecnològics influïts per la digitalització, que abracen de ple al sector i que li obren noves possibilitats, per bé que, al mateix temps, requereixen nous tipus de regulació. En l'etapa de transició actual



► El degà de COETC, Miquel Ramírez, i el president de l'ACET, Carles Martín, acompanyats dels dos ponents de l'acte: el president de la CMT, Reinaldo Rodríguez (dreta), i el president del CAC, Josep Maria Carbonell.

cap a un futur completament digital, Carbonell va apostar per "un acord de la UE favorable a mantenir la regulació mínima (la que contempla l'article 20 de la Constitució espanyola i l'articulat de la

resta de constitucions), i que sigui més flexible en els serveis no lineals o interactius". De cara als futurs canvis que s'acosten va dir que "portaran a establir una coordinació regional i europea molt

## Reflexions en veu alta d'un "teleco"

**L**a jornada organitzada pel Col·legi i l'Associació d'Enginyers de Telecomunicació (COETC/ACET) amb els dos grans exponents de la regulació del nostre sector, Josep Maria Carbonell, president del Consell Audiovisual de Catalunya (CAC) i Reinaldo Rodríguez, president de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones (CMT), amb motiu de la diada de Sant Gabriel, m'ha portat a fer unes quantes reflexions:

- 1)** L'elecció del tema de la regulació del sector de l'audiovisual ha estat un encert. El futur del nostre sector va cap al que se'n diu "media" (mitjans de comunicació). El posicionament de la Unió Europea (UE) en aquest sentit, a través de la comissària Viviane Reding, és tan clar que fins i tot ha canviat el nom de la seva direcció general, "Information Society (IS)", pel de "IS and Media".
- 2)** Per cert, molt valenta i agosarada la comissària Viviane Reding quan enceta el debat sobre la separació que hi ha d'haver entre xarxa i serveis. Espero que tot plegat no acabi sent un altre Llibre Blanc que dugui el seu nom, i que només serveixi per obrir-li les portes a treballar en un operador incumbent europeu.
- 3)** En aquesta xerrada s'ha tornat a fer palès que la separació de poders entre el nivell autonòmic (anomenat nacional en el preàmbul del nou Estatut), l'estatal i

l'europeu, no fa contents a cap dels tres. Però això no ha de ser dolent per força. El que sí que és greu és que sigui un sistema ineficient. Altres zones del món no tenen aquest problema. Al contrari: els fa ser més ràpids i decidits, i per tant, més competitius.

**4)** Com gairebé sempre que escolto un representant de la CMT, em satisfà molt de poder gaudir de la seva expertesa ("know-how") i professionalitat en tot el que fa referència al nostre sector. Una altra qüestió molt diferent és la coincidència amb les seves decisions. Però en tot cas, sempre és un plaer.

**5)** La cultura catalana, percentualment insignificant i per tant molt amenaçada per la globalització, en la mesura que aviat pot quedar gairebé condemnada a l'ostracisme si s'imposa aquest fenomen totalitzador, té en la xarxa i en els continguts "media" la seva oportunitat d'incorporar-se al futur. És clar que per esquivar el perill del pensament, la cultura i la llengua úniques, caldrà treballar de valent per la universalització de la nostra cultura. Els beneficis de tot plegat van més enllà del profit intangible de caire cultural: els avantatges industrials i econòmics són també evidents.

**Carles Salvadó**  
Enginyer de telecomunicació

estreta per controlar tots els serveis audiovisuals". Va reconèixer, això sí, que "es farà molt difícil arribar a controlar totes les emissions de TV per Internet".

### Binomi inversió-regulació

La intervenció de Reinaldo Rodríguez, president de la CMT, es va centrar en les inversions, les infraestructures i la seva repercussió. Va dir que el gran debat del moment és el binomi inversió-regulació, i va recordar que, històricament, a Europa els estats sempre han regulat. Què és el que passa ara? La tecnologia avança molt ràpidament i això obliga a innovar constantment. La societat demanda nous serveis i augmenten les possibilitats per a tots els ciutadans. A les empreses això els afecta directament en la seva eficiència. Concretament, segons Rodríguez, "en un món globalitzat les xarxes i el seu creixement són fonamentals per assegurar el creixement del

país i no quedar-nos fora de joc. Als EUA, des de fa 20 anys, el creixement de la xarxa és constant".

En aquest context, el president de la CMT va formular unes quantes preguntes a les quals va animar a buscar resposta: Qui paga la renovació i l'ampliació de les infraestructures perquè funcionin en xarxa? Qui ha d'innovar?

Les seves respostes van destacar, en primer lloc, que "en un entorn competitiu la innovació és estratègica perquè accelera el procés d'inclusió social i augmenta les possibilitats de negoci". En segon lloc, va deixar clar que "el sector de les telecomunicacions té una tendència clara a concentrar-se en grans agrupacions". I finalment, va subratllar que "la realitat ens diu que si hi ha més competència i això vol dir que els accionistes guanyen més diners, les empreses invertiran més per aconseguir augmentar aquests beneficis i, per tant, estan

obligats a innovar". I és que que, en opinió de Reinaldo Rodríguez, "el millor incentiu de les inversions és la competència".

De l'actual debat a Espanya sobre quina és la regulació més convenient per afavorir les inversions i la innovació i mantenir un mercat estable, Rodríguez va apuntar que "la resposta no pot ser general i cal valorar cada cas i cada situació. D'aquí un any no es parlarà de xarxes fixes i mòbils si no de xarxes en general perquè hauran convergit".

Per acabar, el president de la CMT va destacar el gran canvi que ha sofert la regulació en els darrers 8 anys. Per a ell, la situació ideal seria aquella en què l'evolució del mercat portés a no fixar preus perquè hi hauria tanta competència que no faria falta. Això seria un sistema raonablement competitiu.

COETC/ACET

### Premis del III Concurs de Fotografia

**J**a en la part final de la celebració de Sant Gabriel 2006, i després d'un torn obert de paraules on van participar nombrosos assistents, Carles Martín, president de l'ACET i membre del jurat del III Concurs de Fotografia, va lliurar els premis als tres guardonats. Els guanyadors van ser: Ricard Sola, distingit amb el primer premi per "La comunitat no està d'acord (Alger)"; Juan Ignacio García Ballesteros, amb el segon premi, per "L'obsolescència de la tecnologia"; i Mònica Jaén, amb el tercer, per "La telefonia en zones indígenes".



► "La comunitat no està d'acord (Alger)", de Ricard Sola. Fotografia guanyadora del III Concurs de Fotografia.

► "La telefonia en zones indígenes", de Mònica Jaén. Fotografia distingida amb el tercer premi.



► "L'obsolescència de la tecnologia", de Juan Ignacio García Ballesteros. Fotografia guardonada amb el segon premi.



# Caminem junts cap a la convergència digital

## XII Nit de les Telecomunicacions

Els motors de la XII Nit de les Telecomunicacions ja estan en marxa. La cita és el proper 8 de març de 2007 al Palau de Congressos de Catalunya, a Barcelona. Enguany, l'eix de la trobada anual del sector de les telecomunicacions serà "La convergència digital".



**E**l programa de la XII Nit de les Telecomunicacions s'iniciarà amb una taula rodona sobre "La convergència digital", on experts del sector exposaran els seus punts de vista i debatran sobre aquesta tendència de futur. Alguns dels temes que es plantejaran són: les fronteres entre informació i participació, la importància de la integració digital per a l'usuari, les solucions tecnològiques que es podran oferir, i la innovació en infraestructures i serveis de telecomunicació.

Al finalitzar la sessió inicial es lliuraran quatre dels vuit Premis Salvà i Campillo, en homenatge al precursor de la telegrafia i referent dels enginyers

de telecomunicació. Seran els de les categories següents: Premi a l'Enginyer Novell, Premi a la Temàtica de l'Any, Premi Emprenedor i Premi a la Contribució Social.

Durant les dues hores posteriors, els convidats gaudiran d'un còctel previ al sopar de gala que podran aprofitar per fer networking i relacionar-se. Disfrutaran així de l'oportunitat única que ofereix aquest punt de trobada imprescindible per donar testimoni del paper rellevant del sector de les telecomunicacions, la societat de la informació i el coneixement, al nostre país.

El sopar de gala acollirà més de 1.000 assistents que representen a empreses, universitats, institucions, associacions i administracions del sector TIC. En el decurs del sopar s'atorgaran la resta de premis Salvà i Campillo en les següents modalitats: Premi d'Honor, Premi a l'Enginyer de l'Any, Premi Telecom Espanya i Premi Telecom Europa. Aquests guardons es lliuren anualment a professionals, personalitats, universitaris i projectes que més s'han distingit al llarg de l'any en el desenvolupament de les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC) en l'àmbit autonòmic, estatal i europeu.

La XII Nit de les Telecomunicacions es consolida com l'esdeveniment més important i imprescindible del sector.

**"La XII Nit de les Telecomunicacions es consolida com l'esdeveniment més important i imprescindible del sector"**

En aquesta edició s'ha potenciat la seva projecció amb la incorporació de nous acords institucionals. En aquest sentit, el Col·legi Oficial d'Enginyers de Telecomunicació de Catalunya destaca com a objectiu de "La Nit" el fet de ser el nexa d'unió entre tots els agents implicats en el sector. Així mateix, es reforça el compromís del COETC/ ACET de liderar el col·lectiu en l'àmbit de les Telecomunicacions i la Societat de la Informació i del Coneixement.

**CARLES MARTÍN I BADELL**



**President de l'Associació Catalana d'Enginyers de Telecomunicació (ACET)**

Bill Gajda, director de Marketing de la GSM Association:

## “Acabaremos el año con 100 millones de usuarios 3G a nivel mundial”

El 3GSM World Congress 2007 de Barcelona, que se celebrará del 12 al 15 de febrero del próximo año, espera recibir 57.000 visitantes, unos 7.000 más que en la anterior edición, y aumentar el número de expositores de 962 a 1.300, procedentes de 190 países. Organizado por la GSM Association, que representa a más de 700 operadoras de telefonía móvil en 215 países y cuyos servicios alcanzan a más de 2.000 millones de clientes, su director de Marketing, Bill Gajda, se muestra optimista sobre la evolución del mercado mundial de telefonía móvil de tercera generación (3G)

**B**arcelona es la cuarta ciudad preferida por los ejecutivos europeos para abrir sus negocios, según el reciente informe “European cities monitor”, de la consultora Cushman & Wakefield (C&W). Pone de manifiesto su notable ventaja en calidad de vida, pero lamenta la falta de una buena red de telecomunicaciones. ¿Qué mejoras de red móvil de tercera generación (3G) aconsejaría a los responsables municipales de la capital catalana, para garantizar un éxito aún más rotundo de la



► “Las redes 3G existentes serán suficientes para cubrir las necesidades del 3GSM World Congress 2007”



### próxima edición del 3GSM World Congress 2007, con respecto a la anterior?

Nuestra previsión es que las redes 3G existentes serán suficientes para cubrir las necesidades de los más de 57.000 visitantes de la próxima edición del 3GSM World Congress 2007. Entre otras razones, porque se han mejorado con tecnología HSDPA (*High-Speed Downlink Packet Access*), un protocolo de banda ancha para teléfonos móviles que permite niveles de transferencia de información de hasta 14 Mbps. Con respecto a la pasada edición 3GSM World Congress 2006, a la que asistieron unas 50.000 personas de la industria mundial de telefonía móvil, las infraestructuras de Barcelona dieron una buena cobertura a todo el evento. Teniendo en cuenta las necesidades de nuestros visitantes, muchos de los cuales utilizaron terminales móviles de tecnología 3G, y también las de numerosos expositores que presentaron servicios 3G, lo que generó una demanda adicional de infraestructura, puede decirse que la red de telefonía móvil de Barcelona dio buena prueba de gran capacidad y robustez.

### ¿Con qué bazas cuenta el 3GSM World Congress 2007 para revalidar o incluso superar el éxito de la anterior edición del pasado mes de febrero?

Desde hace tiempo, uno de los aspectos que refuerzan el papel del 3GSM World Congress es su capacidad de atraer la participación de los directivos de mayor relieve de los operadores móviles de todo el mundo. Ahora, nuestro principal objetivo es lograr el apoyo de los ejecutivos de más alto nivel de las industrias afines. Especialmente, las relacionadas con los sectores de la televisión, la música, el cine y los videojuegos, puesto que todos ellos convergen con el de la telefonía móvil.

Con esta finalidad, estamos preparando



► "Ahora, nuestro principal objetivo es lograr el apoyo de los ejecutivos de más alto nivel de las industrias afines"

una "Zona de contenidos y entretenimiento para telefonía móvil", que ocupará uno de los mayores espacios de exposición y mostrará una gran selección de lo mejor y más importante del ocio móvil. Incluirá un área de apoyo para las demostraciones, donde las empresas presentarán sus productos y servicios. Dispondrá también de una gran instalación de sonido con el objetivo de acoger actuaciones de artistas renombrados del panorama musical, y cuyo estreno coincidirá con la fiesta de inauguración del evento, el 12 de febrero, organizada en colaboración con la Generalitat de Catalunya.

Por otro lado, estamos organizando también, por primera vez, un nuevo foro de diálogo para responsables de marketing y estrenaremos un área de expositores de artículos de lujo relacionados con la telefonía móvil.

Al mismo tiempo, reforzaremos los aspectos de mayor éxito de la anterior edición del 2006, como por ejemplo el "Innovation Forum", un área reservada a pequeñas empresas del sector interesadas tanto en presentar sus propuestas e

ideas más innovadoras a inversores privados y responsables de desarrollo de las "telecos", como en competir por el "Innovation Award" de la GSM Association.

### En cuanto a la novedad de la "Zona de contenidos y entretenimiento para telefonía móvil", ¿puede considerarse el paso previo al deseo expresado en la anterior edición por los organizadores, de abrir al público en general las puertas del congreso, restringido por ahora a los profesionales del sector?

El pabellón de entretenimiento móvil presentará, con toda seguridad, contenidos de especial atractivo y gran interés para los consumidores, pero el 3GSM World Congress es un evento para profesionales de la industria de la telefonía móvil. La GSM Association no tiene planes ahora mismo de abrirlo al consumidor final.

### ¿Qué capacidad real de atracción cabe atribuir al entretenimiento móvil para los potenciales usuarios de la telefonía móvil 3G, teniendo en cuenta el consi-



► "Estrenaremos un área de expositores de artículos de lujo relacionados con la telefonía móvil"

**derable nivel adquisitivo que requiere de sus usuarios, de entre todos los cuales los más adeptos a este tipo de contenido son los jóvenes?**

Los servicios de ocio móvil más arraigados entre los jóvenes son los tonos musicales y los videojuegos para telefonía móvil. Son también los más populares, pero están apareciendo nuevos servicios de entretenimiento, como las descargas de música y vídeos, que ya alcanzan un notable éxito. De estos últimos, los más recientes, como por ejemplo la televisión móvil, los contenidos móviles y

los generados por el propio usuario, se espera que también ganen adeptos en poco tiempo.

**¿En qué medida cabe asociar el escaso interés del gran público por la telefonía móvil 3G con el elevado coste tanto de adquisición del terminal como de uso del mismo?**

Los terminales 3G suelen ser más caros que los 2G y ello está retrasando claramente el salto tecnológico. Aun así, los fabricantes de equipos y estaciones base 3G ya consiguen un mayor retorno de la inversión (como resultado del provecho alcanzado con las economías de escala), lo que seguramente redundará en una futura rebaja de los dispositivos móviles 3G. Las estimaciones más fiables aseguran que acabaremos el año con al menos 100 millones de usuarios 3G a nivel mundial.

Para acelerar este proceso, la GSM Association impulsa el programa "3G for All", cuyo objetivo es incentivar el desarrollo de modelos de nueva generación a precios competitivos, para generar un mercado masivo de equipos 3G. En este sentido, ya hemos recibido propuestas de fabricantes de teléfonos móviles interesados en nuestro programa. Concretamente, doce operadores móviles cuyo liderazgo es de alcance mundial tienen previsto seleccionar un terminal y, con el respaldo de la GSM Association, ayudar a su fabricante a realizar un lanzamiento masivo que contribuya a abaratar los costes producción y el precio de venta final.

**¿Cree que la tarifa plana de voz y datos móviles sería la solución más idónea para incentivar el uso de los terminales 3G?**

Los operadores móviles están impulsando un amplio abanico de modelos de negocio y sus clientes pueden escoger

entre una extensa gama de tarifas de precios. Anticipar cuál de estas estrategias puede ser la más exitosa es muy arriesgado porque depende de muchos factores, algunos de ellos específicos de cada uno de los mercados nacionales.

**Desde hace algún tiempo se anticipa la aparición de un nuevo medio de comunicación personal que concentraría lo mejor de la televisión, de Internet y de la telefonía móvil. Se le atribuyen capacidades de difusión masiva de contenidos audiovisuales y un gran potencial de interactividad y movilidad, lo que debería constituir un cóctel comercial explosivo. Puesto que esta promesa se parece mucho a la que ya ofrece la telefonía 3G, y de momento no puede decirse que sea muy exitosa, ¿qué diría que está fallando: la tecnología, los potenciales clientes de pago, las dos cosas?**

Creemos que las redes 3G, mejoradas con HSDPA, pueden ofrecer a sus usuarios, tanto la recepción de imagen de televisión de gran calidad como el acceso a Internet a alta velocidad. Por ello, ya sólo cabe esperar a que se generalice el sistema HSDPA y que así los precios bajen también. Con respecto a otras tecnologías, como la WiMAX móvil, a la que se reconoce determinadas características similares a las ofertadas por HSDPA, tiene el inconveniente de estar mucho menos desarrollada que la HSDPA. Por lo demás, también es poco probable que disfrute de sus ventajosas economías de escala, fruto, en parte, del vasto ecosistema GSM.

**Además de escaparate mundial de novedades para el usuario final, el 3GSM World Congress también es un epicentro global de negocio para las empresas del sector ¿Qué tendencias destacaría ahora mismo en materia**

### de negocio móvil?

La mayoría están relacionadas con el desarrollo de las redes de tecnología móvil de banda ancha. La disponibilidad de estas redes de gran capacidad y alta velocidad genera muchas expectativas dentro del sector acerca de cuál podría ser la mejor fórmula de adaptación a la telefonía móvil de algunos de los contenidos y servicios de Internet de mayor popularidad.

La creciente capacidad de las redes móviles también está suscitando un gran interés sobre cómo integrar telecomunicaciones y servicios multimedia a través de telefonía móvil y redes fijas, para que los consumidores puedan disfrutar indistintamente de cualquier contenido, con independencia del lugar y del momento. Al mismo tiempo, los operadores también se centran en el objetivo de generalizar las posibilidades de comunicación móvil, a través de nuevos servicios, como por ejemplo, compartir videos o mensajería instantánea. Creemos que la mensajería instantánea en concreto se convertirá en uno de los nuevos servicios de telefonía móvil más utilizados en el futuro. Ahora mismo, y de acuerdo con las directrices de la GSM Association, las "telecos" móviles están desarrollando servicios para mensajería instantánea que hagan realidad el intercambio de mensajes entre redes distintas. Se alcanzará así la posibilidad de crear una comunidad de usuarios que supere la dimensión de cualquier otra de las habituales de tales servicios de Internet a través de red fija.

**“España es uno de los mercados más ágiles y de más rápido crecimiento de Europa”**



► “Los terminales 3G suelen ser más caros que los 2G y ello está retrasando claramente el salto tecnológico”

### ¿Qué opinión le merece el mercado español de telefonía móvil? ¿Qué aspectos debe mejorar para situarse al nivel de los más avanzados de Europa?

España es uno de los mercados más ágiles y de más rápido crecimiento de Europa. El número de conexiones de telefonía móvil creció un 9% con respecto al año anterior, alcanzando los 46 millones en el tercer trimestre de 2006. Los operadores móviles españoles forman parte del núcleo europeo formado por los grupos más influyentes del sector.

### ¿Cree que las empresas catalanas y españolas en general son verdaderamente conscientes del potencial del móvil? ¿Qué les aconsejaría para urgirles a tomar conciencia de ello?

La participación activa de muchas empresas españolas y catalanas en el 3GSM World Congress es un signo inequívoco de que son muy conscientes del potencial de la telefonía móvil. La reputación de Barcelona como caldo de cultivo de muchas innovaciones tecnológicas es una de las razones que nos lle-

vó a elegir esta ciudad como sede del congreso.

### ¿Qué expectativas de participación activa tienen, por parte de empresas catalanas y españolas, en la próxima edición del certamen?

Las empresas españolas y catalanas estuvieron bien representadas en la edición del 2006 a través de los pabellones español y catalán, y como expositores independientes. Para la próxima edición esperamos una presencia de orden parecido a la anterior.

### ¿Qué valoración le merece la acogida de Barcelona y el nivel de cooperación de las distintas instituciones y de los sectores económicos y tecnológicos de la ciudad, entre los que figura el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación de Catalunya (COETC), para facilitar el éxito del gran acontecimiento mundial que usted dirige?

Trasladar un gran evento, como el del 3GSM World Congress, desde un lugar

donde ha permanecido durante mucho tiempo a una nueva ciudad es, obviamente, una tarea compleja y exigente. Pero hemos recibido mucha ayuda, apoyo y consejo por parte de entidades de España y Cataluña, especialmente del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, de la Generalitat de Catalunya, del Ajuntament de Barcelona, de la Oficina de Turisme de Barcelona, de la Fira de Barcelona, del Gremi de Restauració y del Gremi d'Hosteleria. Con respecto al COETC,

## BILL GAIDA

## Currículum Vitae

**B**ill Gajda es licenciado en Arte por la Universidad de Alberta (Estados Unidos) y MBA por la Universidad de Chicago. Ha ejercido de director de Marketing y Comunicación de Ericsson y de vice-presidente de los operadores de telecomunicaciones canadienses Telus Corporation y Bell Canada International.



nos complace su especial atención por la ayuda recibida en la toma de contacto con profesionales del sector exper-

tos en comunicaciones móviles.

J. Duch

# Acord de col·laboració amb el 3GSM World Congress

**E**l gran èxit de convocatòria i organització de la primera edició del 3GSM World Congress 2006 a Barcelona, un esdeveniment de referència internacional, ha impulsat les principals institucions catalanes, amb el suport de diferents organitzacions del sector de les tecnologies de la informació i les comunicacions (TIC), a implicar-se a fons en la seva pròxima cita. Amb aquest objectiu, i després d'explorar la necessitat de trobar punts de contacte coincidents amb el 3GSM World Congress per estrènyer la col·laboració, s'ha

creat una comissió especial, promoguda per l'Ajuntament de Barcelona, que compta amb el suport de la Generalitat de Catalunya i del Col·legi Oficial i l'Associació d'Enginyers de Telecomunicació de Catalunya (COETC/ ACET), entre altres institucions i organitzacions. Per la seva banda, la GSM Association, organitzadora del 3GSM World Congress, ja ha expressat el seu interès en vincular-se a aquesta iniciativa, per tal d'establir sinèrgies amb el territori a través del

conjunt d'empreses del sector tecnològic que s'escampen per la seva geografia.

El COETC/ACET contribuirà a facilitar aquesta col·laboració i ho farà, d'una banda, organitzant una primera activitat amb les diferents universitats catalanes. Consistirà en la participació d'un grup

d'estudiants de telecomunicacions, que voluntàriament faran funcions de traducció durant el 3GSM World Congress 2007. Al mateix temps, el COETC/ACET facilitarà la vinculació a la pròxima edició d'aquest esdeveniment

a les empreses patrocinadores de "La Nit dels Telecomunicacions", que se celebrarà el 8 de març de 2007.

"La Nit" també serà l'escenari de presentació oficial de les conclusions del 3GSM World Congress 2007, a càrrec dels seus organitzadors.

COETC/ACET





Miri-s'ho com vulgui,



no trobarà cap comissió

**TecnoProfessional, el seu crèdit *SENSE***

***SENSE* comissió d'obertura. *SENSE* comissió d'estudi. *SENSE* comissió per capital no utilitzat. *SENSE* despeses de corretatge i intervenció.** Amb el TecnoProfessional, vostè podrà disposar d'un **crèdit permanent** associat al seu TecnoCompte que li

permetrà gaudir d'una tresoreria equilibrada tot l'any **sense pagar cap tipus de comissió.** I tot, a un **tipus d'interès preferent** que s'actualitza trimestralment i que s'aplica només a la quantitat durant el temps en què disposi dels diners.

TecnoProfessional és un producte que s'emmarca dins de l'acord de col·laboració amb l'Associació Catalana d'Enginyers de Telecomunicació.

Sol·liciti més informació sobre els avantatges exclusius de TecnoCredit a qualsevol **oficina de SabadellAtlántico**, trucant al **902 323 555** o a **[www.tecnocredit.com](http://www.tecnocredit.com)**. L'esperem.



Associació Catalana  
d'Enginyers de Telecomunicació

Grup Banc Sabadell

**TecnoCredit**  
El banc dels professionals



Miguel Ángel Lagunas, director del Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya (CTTC)

## “Nuestro reto es incrementar los puestos de trabajo en I+D”

La investigación básica y aplicada en materia de telecomunicaciones tiene un referente catalán de alcance global, el Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya (CTTC), que estos días cumple su primer lustro de vida. En tan poco tiempo ya ha conseguido prestigiar internacionalmente tanto su actividad en I+D como la formación de investigadores para el sector privado. Nos lo cuenta su director, Miguel Ángel Lagunas.



► “Todas menos una de las patentes registradas o en trámite tienen su origen en problemas suscitados por la creación de demostradores”

**Q**ué razones impulsaron la creación del CTTC a finales del año 2001 y cuál es su misión?

El CTTC nació de la voluntad del Govern de apostar por las denominadas “core-technologies” (las tecnologías de capa física y acceso de los sistemas de comunicaciones) en varios ámbitos. Como centro tecnológico, su misión es la asimilación y desarrollo de tecnologías de comunicaciones y el acercamiento de las mismas al sector industrial. Hoy es probablemente el único caso de centro tecnológico en sistemas de comunicaciones no sólo del sistema catalán de ciencia e investigación sino también a nivel estatal. Con un programa científico propio y una planificación estratégica en desarrollo tecnológico, tanto su producción científica (artículos y comunicaciones científicas) como patentes registradas y acciones de transferencia pueden calificarse de excelentes. Para llegar a este punto se tomaron varias decisiones en sus comienzos que, con ligeras modificaciones a lo largo de su desarrollo, han probado ser cuando menos adecuadas.

**¿Cuáles son sus características más singularidades?**

Las singularidades más destacadas del CTTC son las siguientes:

a) Integración completa, tanto en medios, como en recursos y personas, de buena ingeniería (desarrollo tecnológico) con ciencia (investigación). La plantilla de personal del centro está formada por igual número de ingenieros de desarrollo que de investigadores. Todos los proyectos o actividades se abordan desde equipos multidisciplinares con participación de investigadores e ingenieros.

b) Experimentabilidad orientada a test-beds o demostradores. Se evita así las grandes inversiones y que la operatividad tarde igual o más en llegar que el periodo de amortización de la infraestructura.

c) Calendario de actuación por fases. Por este orden y finalizado recientemente: reconocimiento y reputación científica internacional, participación en proyectos de ámbito internacional y atención al sector industrial más próximo.

d) Diversidad. Ambientes no diferenciados por conocimientos o actividad. Entornos experimentales más que una compartimentación laboratorio/despacho. Cerca de un 30% de su personal técnico se ha formado fuera de Catalunya.

e) Formación. Dos programas propios: uno de becas pre-doctorales homologado por el Pla de Recerca e integrado en todas las actividades del centro, y otro de estancias post-doctorales.

#### ¿Qué son exactamente los demostradores (test-beds) a los que ha aludido y cuál es su finalidad?

Forman parte de la gran apuesta inicial del CTTC de conseguir que la importancia de las áreas experimentales no resida en el valor de los equipos que utilizan sino en lo que pueden hacer con el apoyo de las personas adecuadas. De este modo, el personal (incluida la dirección) debe justificar desde el primer momento la necesidad de compra o

inversión orientadas básicamente a demostrar el buen funcionamiento de una tecnología al visitante. Un demostrador es un entorno amigable de instrumentación que, ante un problema concreto, acorta la distancia que lleva a su solución. El CTTC dispone ahora mismo de test-beds o demostradores en tecnologías Wi-Fi, WiMAX, UMTS, MIMO-Arrays, UWB, GMPLS y voz sobre IP. Tenemos también en curso los de TDT, PLC y RRM. Todos ellos, dotados de una gran flexibilidad y capaces de incorporar innovaciones de manera continua, lo que evitará su obsolescencia. Obviamente, la finalidad de los demostradores es doble: por un lado, rentabiliza nuestras inversiones y mejora nuestra formación o asimilación de nuevas tecnologías. Y por otro, avalan al CTTC como partner tecnológico y científico, acortando la distancia del conocimiento científico a la innovación tecnológica. Cabe destacar que todas menos una de las patentes registradas o en trámite tienen su origen en problemas suscitados por la creación de estos demostradores.

#### ¿Cuáles son los principales objetivos del CTTC?

El CTTC es una Fundación Privada de iniciativa pública, que recibe una subvención del Departament d'Educació i Universitats y aportaciones de sus dos patrones: la Universidad Politécnica de Catalunya (UPC) y la Universidad Ramon Llull (URL), habitualmente en forma de asignación de personas a la dirección del centro. Su objetivo es llegar al 50% de la financiación de su running-cost para el año 2011. En la actualidad está en un 36%.

Puesto que se orienta hacia las tecnologías de transporte y acceso, su actividad se estructura en cinco áreas científicas (Redes Ópticas, Tecnologías IP, Tecnologías de Acceso, Comunicaciones Radio-



► “Me preocupa que el crecimiento y la experiencia puedan mermar el entusiasmo y la motivación que nos han llevado al modelo actual”

comunicaciones y Subsistemas de comunicaciones), que se complementan con una Unidad de Ingeniería de igual tamaño, en personas, que las cinco áreas de investigación.

En cuanto a nuestro primer objetivo, el de alcanzar reconocimiento y reputación, desde su creación en 2001 el

**“El sector está muy fragmentado y, en cierto modo, es poco diverso en tecnologías de comunicaciones ya que concentra en la universidad y la industria sus actores principales”**





► “El coste de la investigación precompetitiva del sector industrial de calidad debería estar subvencionado al 50%”

CTTC genera una media de 15 publicaciones anuales en revistas y 70 comunicaciones en congresos, cursos o presentaciones. El segundo objetivo, relativo a participación en proyectos internacionales, lo alcanza también de forma muy satisfactoria por cuanto, con una plantilla de sólo 50 personas, ocupa la sexta posición española (la lista incluye todas las universidades y centros públicos de investigación), en retorno de programas europeos. Concretamente, participamos en el Programa IST de la Unión Europea con 2 proyectos integrados, 2 redes de excelencia, 2 proyectos específicos, 1 FET y una acción dentro del programa

**“El CTTC ocupa la sexta posición española (la lista incluye todas las universidades y centros públicos de investigación), en retorno de programas europeos”**

Marie Curie. Y también estamos en otros proyectos de la iniciativa Eureka (Medea+ y Celtic), relativos todos ellos al pasado año (no acumulado). En cuanto al tercer objetivo, de acercamiento a la industria de mayor proximidad del sector, en la actualidad tenemos contratos vigentes de desarrollo con cinco empresas, hemos sido reconocidos por el Ministerio de Industria como Centro de Innovación Tecnológica y disponemos de una Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación reconocida por el Ministerio competente. Asimismo, el año pasado se inició el registro de cuatro patentes vinculadas a desarrollos tecnológicos íntegramente realizados por personal del CTTC.

**¿Qué expectativas tiene en cuanto a su crecimiento?**

La expectativa de crecimiento, de acuerdo con el diseño original de su estructura de régimen permanente, es llegar al centenar de técnicos (investigadores más ingenieros de desarrollo), y alcanzar al mismo tiempo el 50% de su coste en el año 2011. En la actualidad el CTTC tiene 50 personas y está en un

36% de cofinanciación de su presupuesto de ejecución anual.

**¿Qué aspectos de la labor del CTTC le satisfacen más?**

Creo profundamente que todo el esquema de funcionamiento es correcto y, como todo, resulta siempre más fácil de iniciar la actividad que de mantenerse en el nivel alcanzado. Sobre todo, porque en nuestro caso debemos duplicar la capacidad de impacto de nuestra actuación, a través de doble número de personas y de recursos.

**¿Qué aspectos de la actividad del CTTC considera susceptibles de mejora?**

Mi gran preocupación es mantener el modelo del CTTC y por ello a veces reacciono pensando que “no puede ser que esté tan bien”. Me preocupa que el crecimiento y la experiencia puedan mermar el entusiasmo y la motivación que nos han llevado al modelo actual. La tecnología o la ciencia futuras me preocupan menos: es la parte divertida de nuestro trabajo.

**Uno de los objetivos iniciales del CTTC era ganar reputación a escala internacional. ¿Qué nivel de resultados se ha alcanzado en este sentido?**

Hoy en día el CTTC y sus investigadores son conocidos tanto en el entorno científico y técnico del sector universitario y de los centros de investigación como en el sector industrial. Suelo decir que ya pertenecemos al “club”, pero siempre añado que ahora falta probar que lo merecemos y que, sólo si es así podremos mantenernos.

**¿Cuáles han sido los principales resultados alcanzados hasta ahora por el CTTC, tanto en investigación básica como en innovación (transferencia de tecnología)?**

En investigación básica, y tomando



como base el reconocimiento exterior obtenido, citaría los siguientes: las nueva herramienta para el análisis y el diseño de sistemas con baja duración de datos "signal processing for very short data records"; los sistemas de comunicación inteligentes en transmisión y de alta fiabilidad; el control y gestión GMPLS (ingeniería de tráfico) y gestión (monitorización) de calidad de servicio de redes de transporte todo-ópticas; y la interoperabilidad de tecnologías de comunicaciones.

En cuanto a los desarrollos tecnológicos, citaría: el desarrollo de sistemas de diversidad espacial para 5 y 2 GHz., dotados de alta flexibilidad para su adecuación a diferentes transportes; el sistema UWB de baja velocidad y capacidad de localización; el sistema de comunicación tierra-tren de moderada y alta velocidad; el posicionamiento y supresión de interferencias para arrays embarcados; la interoperabilidad y calidad de voz sobre IP en entornos móviles e inalámbricos; y el provisionamiento de circuitos lógicos (lambdas) bajo demanda y protección en tiempo real.

#### **¿Cuál es el balance global de la aportación del CTTC a los sectores tecnológicos catalán y español a lo largo de su primer lustro de vida?**

Diría que positivo. Ante todo soy optimista. Nos distingue el hecho de haber empezado a ofrecer nuevas respuestas a las inquietudes industriales suscitadas por los avances tecnológicos. No sólo porque el CTTC tiene buena ingeniería, lo que sin duda ayuda mucho, sino porque además, y en tres casos, las empresas descubrieron el sistema de I+D y todo el abanico de facilidades ofertadas por las tres administraciones (catalana, española y europea), a través del CTTC. Lo que hacemos en estos casos es, además de presentar nuestra oferta,

vincularnos a la empresa en lo que se refiere al esfuerzo de financiación del proyecto, y llegado el caso (si el proyecto es estratégico y nos atrae), interiorizar la actividad correspondiente.

#### **¿Cuáles són los principales retos futuros a los que se enfrenta el CTTC?**

Sin duda, el crecimiento sobre la base de mantener lo alcanzado. Creo que los próximos cinco años serán cruciales. El aliciente es que si lo conseguimos habremos desarrollado capacidades tecnológicas que nos permitan pensar más y mejor en lo que vamos a hacer dentro de diez años. Ahora, como mucho podemos hacerlo con un horizonte de tres años vista y a menudo de sólo seis meses.

#### **¿Qué valoración le merece el sector catalán y español de las telecomunicaciones?**

Es un sector muy fragmentado y, en cierto modo, poco diverso en tecnologías de comunicaciones ya que concentra en la universidad y la industria sus actores principales. La ausencia de centros como el CTTC hace que el desarrollo tecnológico en comunicaciones sea, cuando no escaso, muy fragmentado. Las sinergias entre los sectores espacial, de comunicaciones celulares, de comunicaciones de corto alcance, operadores, proveedores de tecnología, instrumentación, radar y comunicaciones tácticas, entre otros, son muy escasas. Tampoco ayuda que las competencias y atribuciones de nuestras administraciones estén a menudo a caballo de dos departamentos, cuando no de tres.

Ese empeño en hablar de clientes o proveedores cuando de lo que se trata es de socios potenciales (partners) de nuestra innovación o desarrollo tampoco ayuda a reducir las distancias existentes entre los grandes y los medianos



► "La universidad es muy buena y competitiva pero los presupuestos universitarios no permiten internalizar buena ingeniería"

protagonistas del sector.

La universidad es muy buena y competitiva pero los presupuestos universitarios no permiten internalizar buena ingeniería. Sin duda, la universidad a la que pertenezco es de una gran calidad, pero la ausencia de centros intermedios entre el entorno universitario y el industrial, es decir, la falta de un esquema más diver-

**"El año pasado se inició el registro de cuatro patentes vinculadas a desarrollos tecnológicos íntegramente realizados por personal del CTTC"**

so impide ofrecer a sus graduados o doctores un entorno lejos de la precariedad y cerca de la investigación, para poder completar así su excelente labor de formación en I+D. Por tanto, deberían abundar los centros como el nuestro. Otro tema importante es que el coste de la investigación precompetitiva del sector industrial de calidad debería estar subvencionado al 50%. Aunque esta situación ha ido mejorando, según mis estimaciones no llega al 30% de media (un 20% inferior a la del Programa Marco europeo, que contempla además una calificación de costos elegibles más generosa que en nuestro país). En definitiva, digamos que prefiero el sector industrial que la denominada política industrial correspondiente. Realmente, después de muchos años me considero un privilegiado en el sector industrial de comunicaciones con el que he tenido la oportunidad de relacionarme. Creo que sus miembros también compensan con entusiasmo las dificultades que afrontan. En compras o adquisiciones he de la-

mentar el escaso valor que se otorga a la I+D realizada por los ofertantes. Aún peor: se ha subvencionado I+D que luego ha sido rechazada en concursos de compra. Asimismo, cabe destacar la escasez de compensaciones de I+D ofertadas y, lo que es peor, lo poco que esas compensaciones llegan al sector de I+D.

#### ¿Qué papel debe jugar el CTTC en este escenario?

Como he comentado, la innovación y el desarrollo necesitan externalizar la I+D de riesgo. El personal experimentado en tecnología e ingeniería de desarrollo competitiva es imprescindible en el momento inicial de cualquier ciclo de innovación. Acabado el ciclo, si su impulsor no puede internalizar todo el esfuerzo de I+D realizado, y puesto que la innovación conlleva externalizar trabajo científico e ingeniería, es aquí donde necesitamos muchos CTTC.

#### ¿Qué perspectivas de desarrollo futuro augura a nuestro sector en los

#### ámbitos catalán y español?

Ya he comentado que soy optimista y creo que tenemos crecimiento para rato. En nuestro sector aparece una nueva tecnología cada diez años como mucho. Sus ciclos de innovación son tan cortos que a veces duran tan solo tres años y dejan en la cuneta a un 80% de la industria. Por ello, aunque auguro crecimiento a largo plazo podemos quedarnos por el camino. No obstante, en los 35 años que llevo de profesión nunca hubo tantas tecnologías en situación disponible como ahora (x-DSL, PLC, satélite, fibra óptica, Wi-Fi, WiMAX, 3G, 4G...). Como centro tecnológico puedo y debo abarcar todas las posibilidades. En cambio, a nivel industrial, es mucho más difícil y arriesgado.

#### ¿Cómo ve el horizonte académico y profesional de los ingenieros de telecomunicación catalanes y españoles, desde la perspectiva de Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), fruto de la Declaración de Bolonia?

El drama es que hace unos años se generalizó la creencia de que se necesitaban más ingenieros de telecomunicación. En el fondo, muchos de quienes lo difundían se referían a ingenieros en precario y no a profesionales con puestos de trabajo estables y remunerados adecuadamente. El caso es que, justo cuan-



► "Justo cuando la población universitaria iba a retroceder, se pasó a multiplicar por cuatro la oferta universitaria"

**"Suelo decir que ya pertenecemos al "club", pero siempre añado que ahora falta probar que lo merecemos y que, sólo si es así podremos mantenernos"**

do la población universitaria iba a retroceder, se pasó a multiplicar por cuatro la oferta universitaria. El resultado es una sobredimensión alarmante del tejido universitario en nuestro ámbito. Además, la precariedad endémica hace que la simulación triunfe sobre la experimentabilidad, la buena ingeniería escasee y que los centros que formación en ingeniería de telecomunicaciones tengan más demanda de formación en gestión y administración que de tecnología. Tal vez es la evolución natural, pero no puedo aceptarlo. Ni tampoco que su mayor aliciente sea aprender un idioma, por lo que me apena ver que los mejores estudiantes abandonan su centro de origen a partir del primer ejercicio de su futura profesión para ir no se sabe muy bien a hacer qué. Luego, la mayor parte no puede o no quiere volver (en general, lo primero). En realidad, ese Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) nos ha llegado muy pronto y nos ha alcanzado sin el adecuado margen de maniobra para conseguir que, frente a países como Suecia o Alemania, el nuestro tenga, no ya una opción clara de captar a sus estudiantes, sino ni tan siquiera a aquellos cuya formación se ha sufragado con nuestros impuestos. No entiendo cómo determinados centros de educación superior pueden alardear de estar enviando estudiantes a otros países, cuando al mismo tiempo evidencian sus carencias para retenerlos o para captar los de fuera de nuestro país. Mientras que las ayudas administrativas para irse son generosas, en cambio son inexistentes para quedarse. Resulta también muy curioso observar que ciertas entidades bancarias ofrecen estudiar en el extranjero. Por lo visto, estudiar aquí (y estoy hablando de buenas universidades) no forma parte

de las prioridades de su obra social. Los grandes beneficiarios del espacio europeo serán los que desde hace décadas tienen buenas estructuras universitarias, no los que las tuvieron que improvisar a finales de los años setenta y que además se han gastado los fondos europeos FEDER más en contenidos que en contenidos. Ahora comprenderá por qué me ilusiona tanto el CTTC. Como en el fondo no dejaré de

ser nunca un profesor universitario, lo que hice fue cargarme de argumentos para, fuese cual fuese el resultado (tratando siempre de hacerlo lo mejor posible), superar el reto de incrementar los puestos de trabajo en I+D para que los estudiantes no tuvieran que irse y para animar al sector industrial a hacer lo mismo.

J. Duch

## MIGUEL ÁNGEL LAGUNAS

## Currículum Vitae



**M**iguel Ángel Lagunas (Madrid, 1951) es ingeniero de telecomunicación por la UPM (Madrid, 1973), y doctor ingeniero de telecomunicación por la UPC (Barcelona, 1976). Dirige el Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya (CTTC) desde su creación en diciembre de 2001. Es catedrático en ejercicio de Teoría de Señal y Comunicaciones desde 1983. Algunos de sus más importantes méritos académicos son los de becario Fullbrigh por la Universidad de Colorado (1981-1982), "Member at large de Eurasip" (desde 1990), Senior IEEE (1991) y IEEE Fellow (1997). Ha desempeñado distintos altos cargos y responsabilidades de índole académica y ministerial, como por ejemplo los de vicerector de Investigación de la UPC (1986-1989); de vicesecretario general de I+D de la CICYT, adscrita al Ministerio de Educación y Presidencia de Gobierno (1994-1996); de gestor del Programa Nacional de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (1993-1994); y de secretario del Comité Asesor de Grandes Instalaciones Científicas (MCYT) desde 1996. Ha sido miembro del Comité Científico de la NATO (1998-2002) y ha recibido los premios Narcís Monturiol de la Generalitat de Catalunya (1990), de la Fundació Catalana per la Recerca i la Innovació (2004), de Cámara de Comercio de Terrassa y de la UPC. Es miembro elegido de la Real Academia de Ingeniería desde 1998 y de la Real Academia de las Ciencias y de las Artes de Barcelona desde 2003.

# El protocol Mobile IP

## La mobilitat a Internet (II Part)

Els protocols d'Internet no suporten la mobilitat del seus nodes. Cal afegir funcionalitats a la xarxa per tenir mobilitat. La solució acceptada per la comunitat de desenvolupadors d'Internet és el protocol Mobile IP.

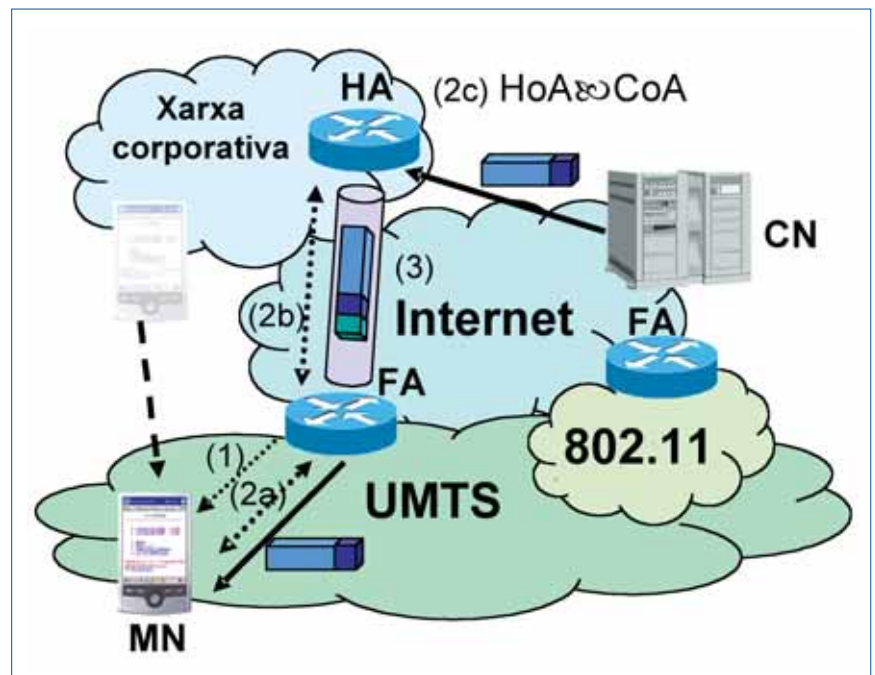
**E**l protocol Mobile IP està definit per l'IETF en el RFC 3344 amb caràcter d'estàndard. D'acord amb les seves funcions, es diferencien 4 tipus de nodes:

- 1) *Mobile Node* (MN): un node que pot moure's per Internet mentre manté les seves comunicacions en curs.
- 2) *Home Agent* (HA): un router que manté una llista de MNs registrats. La seva funció és redirigir els paquets amb destinació a aquests MNs, cap a la xarxa que estan visitant.
- 3) *Foreign Agent* (FA): un router amb una interfície a la xarxa que visita un MN. La seva funció és ajudar al MN a informar al seu HA de quina és la seva nova adreça (veure CoA).
- 4) *Correspondent Node* (CN): un node que es comunica amb un MN.

A més, s'introdueixen els conceptes de:

- a) *Home Address* (HoA): adreça IP permanent del MN en la seva xarxa origen.
- b) *Care-of-address* (CoA): n'hi ha de dos tipus: la FA CoA i la co-located CoA. La primera és una IP local (del FA) que

**“La primera limitació del protocol Mobile IP és que l'encaminament no és òptim. És el que es coneix com a *triangle routing*”**



► Figura 1: Esquema de funcionament del protocol Mobile IP.

identifica la ubicació (xarxa) on es troba el MN. Es pot compartir per diferents MNs evitant una despesa d'adreces. La segona és una adreça IP temporal aconseguida pel MN en la xarxa que visita (per exemple, utilitzant DHCP).

c) *Binding*: lligam que manté el HA entre la HoA i la CoA d'un MN. Amb aquesta informació, el HA pot lliurar els paquets a un MN (veure túnel).

d) Túnel: camí entre el HA i el FA a través del qual s'envien els paquets encapsulats dirigits cap a un MN.

El funcionament del protocol és el següent (Figura 1). Els MNs determinen si han canviat de xarxa a partir de la descoberta dels agents, que es fa mit-

jançant la recepció de missatges d'Agent Advertisement que envien tant els FAs com el HA. Si el MN es troba en una xarxa que no és la seva, obtindrà una CoA. Un cop el MN conegui la seva CoA iniciarà un procés de registre amb el seu HA (2a i 2b). Ho farà mitjançant el FA, en el cas de disposar d'una FA CoA, i directament amb el seu HA, en el cas de tenir una co-located CoA. Aquest procés, conegut com *Binding Update*, permet que el HA actualitzi el lligam entre la HoA del MN i la seva CoA (2c). Amb aquesta informació actualitzada, el HA pot enviar els paquets dirigits a un node mòbil utilitzant un túnel: un encapsulat IP dintre

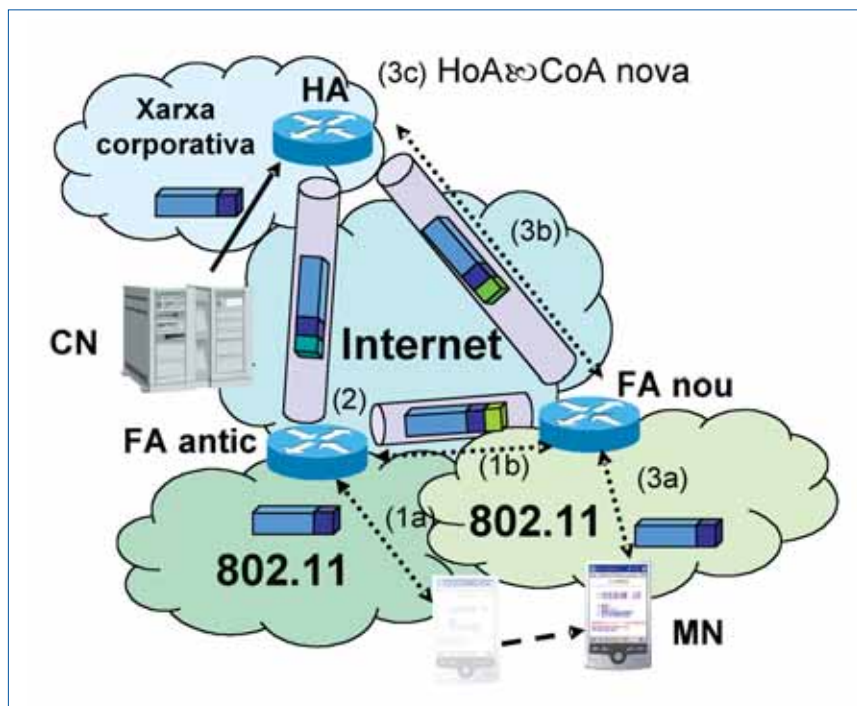


d'IP, en què s'afegeix al paquet original una altra capçalera IP amb adreça de destinació a la CoA del MN. En l'altre extrem del túnel, el FA desencapsula el paquet i el lliura al MN. Si el MN havia registrat una co-located CoA, el túnel acaba en el propi MN i per tant és ell qui desencapsula el paquet i se'l queda.

### Limitacions del protocol Mobile IP

La primera limitació del protocol Mobile IP és prou evident observant la Figura 1: l'encaminament no és òptim. És el que es coneix com a *triangle routing*, perquè els paquets no van directament del CN al MN sinó que passen pel HA formant un triangle. Aquest problema es pot solucionar optimitzant la ruta, fet que consisteix en facilitar el diàleg del MN amb els seus CNs (procés de *Binding Update*), per tal que aquests coneguin la seva CoA i així es puguin intercanviar paquets directament. Aquesta solució, però, no és perfecta, perquè requereix més senyalització i pot suposar un problema de seguretat si MN i CN no s'autentifiquen.

La segona limitació és més important perquè té a veure amb el rendiment del protocol i en concret en com afecta a les comunicacions que l'usuari està mantenint. En cada canvi de xarxa el MN repeteix el procés de descoberta d'agents i posterior registre. Cadascun d'aquests procediments necessita un temps durant el qual el MN no podrà rebre ni enviar informació. Això pot provocar des de talls perceptibles per l'usuari en una comunicació de VoIP, fins a una baixada del cabdal en una descàrrega de fitxers. Aquesta rebaixa no desitjable de la qualitat de les comunicacions pot ser assumible només si és poc freqüent. És per això que es parla de Mobile IP com a solució a la macromobilitat o mobilitat entre dominis, és a dir d'una mobilitat que es dona



► Figura 2: Traspàs ràpid amb anticipació.

de manera poc freqüent. Per contra, es diu que Mobile IP no és adequat per a la micromobilitat o mobilitat local, és a dir per a escenaris en què un MN canvia de manera freqüent o molt freqüent de xarxa.

### Dos tipus de solucions

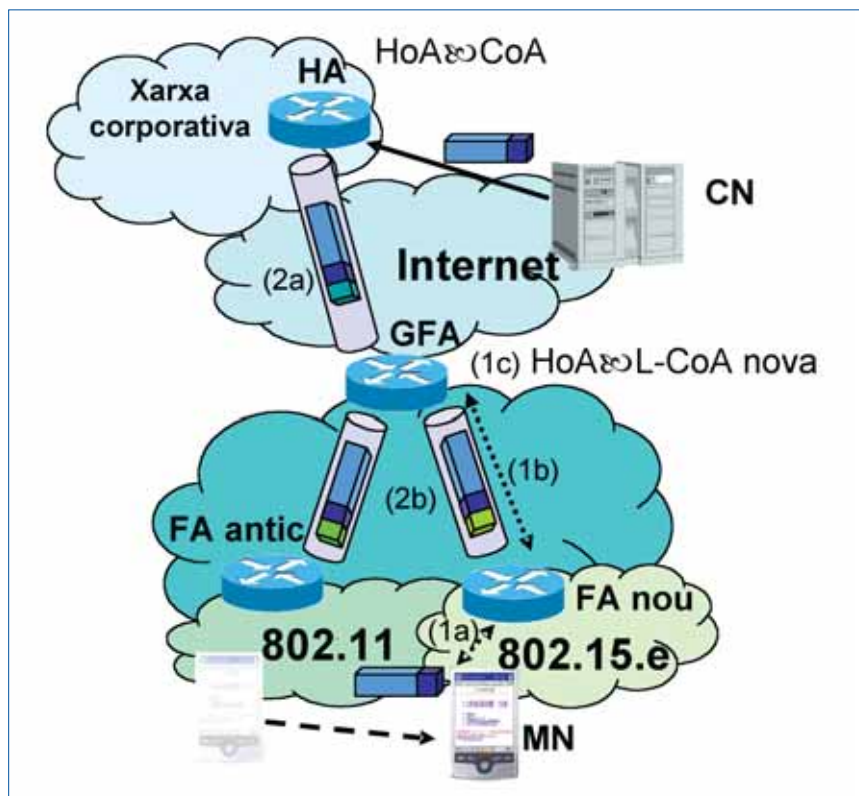
Davant d'aquesta problemàtica, s'han presentat dos tipus de solucions. Unes, estan basades en la millora del protocol Mobile IP, mitjançant la introducció d'extensions. Les altres, presenten nous protocols específics per a la micromobilitat, i deixen la macromobilitat en mans de Mobile IP. Un exemple de protocol de micromobilitat és Cellular IP. Tal com indica el seu nom, aplica la filosofia de les xarxes de comunicacions mòbils cel·lulars per suportar la mobilitat a nivell IP. Així, quan un MN canvia de xarxa dins d'un mateix domini no té cap necessitat d'obtenir una nova adreça i registrar-la, sinó que només cal notificar aquest canvi d'ubicació i automàticament els routers que

formen el domini ja actualitzen les seves taules d'encaminament per fer-se càrrec d'aquest fet. Aquest tipus de filosofia presenta problemes d'escalabilitat donat que cal una entrada en les taules d'encaminament per a cada MN, perquè trenca el model IP d'encaminament per sub-xarxa, i també són de més difícil implantació perquè tots els nodes del domini han de suportar aquestes funcions. Aquesta línia de treball va romandre tancada dins de l'IETF durant alguns anys, però recentment s'ha tornat a obrir amb l'objectiu de trobar un protocol que no requereixi la intervenció del MN, és a dir totalment transparent a aquest, de manera que la mobilitat sigui suportada única i exclusivament per la xarxa.

Sobre les extensions del protocol Mobile IP, dins de l'IETF s'han desenvolupat dues solucions complementàries: el traspàs ràpid o de baixa latència i el registre regional. El traspàs ràpid, tal com indica el seu nom, busca reduir el temps en què el MN està fora de

comunicació. Per fer-ho utilitza dues estratègies. La primera, consisteix en anticipar-se al traspàs (Figura 2), és a dir en detectar la possibilitat d'un traspàs abans que passi. Per aconseguir-ho es necessita informació de nivell 2, és a dir de la tecnologia d'enllaç que s'estigui utilitzant (per exemple IEEE802.11 o UMTS). Un cop es detecta la necessitat de realitzar el traspàs es fa un pre-registre (1a i 1b), és a dir, es demana una CoA per a la xarxa on anirà el MN. D'aquesta manera, quan el MN detecta el canvi de xarxa ja és operatiu perquè disposa d'una CoA. Per no perdre els paquets que li arriben amb destinació al seu anterior FA, i fins que es registri la nova CoA al HA (3a, 3b i 3c) durant el procés de preregistre (1a i 1b), es pot demanar que l'antic FA redirigeixi els paquets amb un túnel cap el nou FA i que aquest els guardi fins que el MN arribi. La segona tècnica és útil quan no s'ha pogut detectar el traspàs i consisteix en establir un túnel bidireccional entre l'antic FA i el nou, un cop realitzat el traspàs. Mitjançant aquest túnel el MN pot seguir enviant i rebent paquets amb la seva antiga CoA mentre n'aconsegueix una de nova. La implantació d'aquestes dues solucions no exigeix cap element nou però sí que suposa canvis en les funcions dels MNs i els FAs.

El registre regional (Figura 3) demana la introducció d'un nou agent, el GFA (*Gateway Foreign Agent*).



► Figura 3: Registre Regional.

Serveix tot un domini en què hi poden haver diversos FAs. La seva presència s'anuncia en els missatges de *Agent Advertisement* que envien els FAs. L'ús del GFA implica canvis en el procés de registre. La CoA que un MN registra al seu HA és ara la del GFA. Si una node canvia de FA però aquest depèn del mateix GFA, el MN només ha d'informar al GFA fent el que es coneix com a registre regional (1a i 1b). El registre regional permet que el GFA conegui la CoA del FA en què es troba el MN (1c) i que s'anomena L-CoA (*Local*

*Care-of-Address*). Amb aquesta informació i el lligam que manté el HA, es fan dos túnels: l'un entre HA i GFA (2a) i l'altre entre GFA i el FA (2b), per fer arribar els paquets al MN (Figura 3). Aquesta extensió aconsegueix un doble objectiu: reduir la senyalització per la xarxa troncal (només cal informar al HA dels canvis de GFA) i fer els registres més ràpids perquè el GFA serà més proper al MN que el HA. A part d'introduir un nou node, el GFA, cal modificar lleugerament les funcions que realitzen els FAs i els MNs.

#### RAFAEL VIDAL FERRÉ



Enginyer de telecomunicació  
Professor col·laborador de la UPC, adscrit al departament d'Enginyeria Telemàtica de la EPSC

#### JOSEP PARADELLS ASPAS



Doctor enginyer de telecomunicació  
Catedràtic d'Enginyeria Telemàtica i responsable del Grup de Recerca de Xarxes Sense Fils de la UPC. Membre de la Fundació i2Cat.

#### JORDI CASADEMONT I SERRA



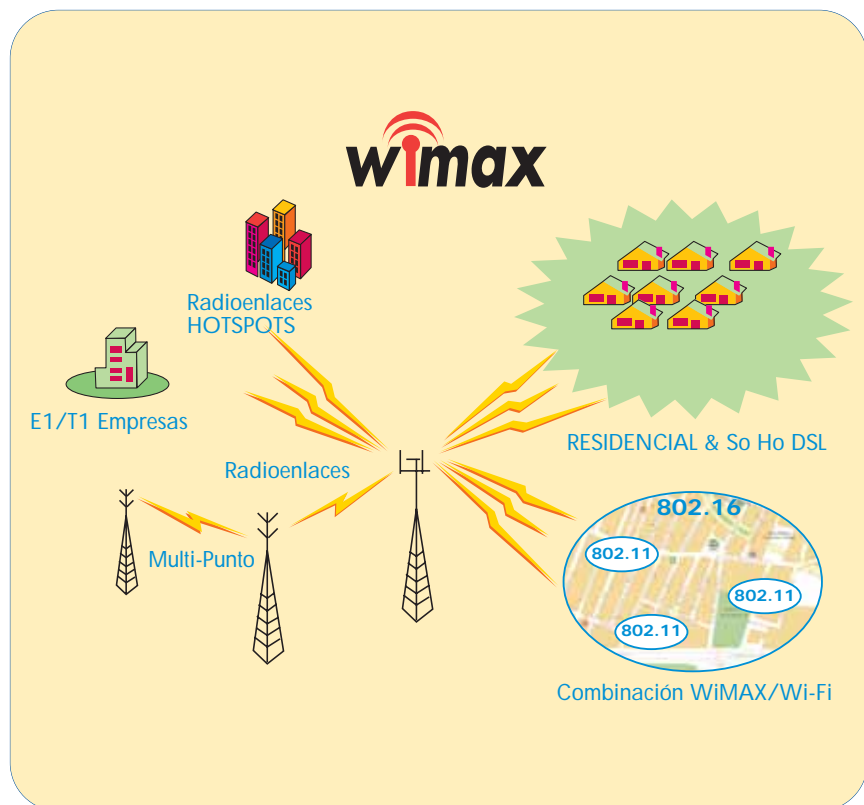
Doctor enginyer de telecomunicació  
Professor titular de la UPC, adscrit al departament d'Enginyeria Telemàtica de la ETSETB. Membre de la Fundació i2Cat.

# WiMAX acosta la veritable revolució de la banda ampla

El desenvolupament de les comunicacions sense fils de tipus Wi-Fi, a través de les quals s'acostuma a oferir accés gratuït a Internet, fet que dificulta la implantació de models de negoci basats en aquesta tecnologia, es podria veure enormement afectat per un nou estàndard que està començant a emergir, el 802.16, més conegut com a WiMAX.

**W**iMAX és una especificació per a xarxes metropolitanes sense fils (WMAN) de banda ampla, que desenvolupa i promou el grup industrial del mateix nom, la sigla del qual correspon a *Worldwide Interoperability for Microwave Access*. El seus dos membres més representatius són Intel i Nokia, i tal com va passar amb la marca Wi-Fi, que garanteix la interoperabilitat entre diferents equips, l'etiqueta WiMAX s'associarà globalment amb el propi nom de l'estàndard.

El fet que WiMAX no sigui encara una tecnologia de consum ha permès que l'estàndard es desenvolupi d'acord amb un cicle ben establert, la qual cosa garanteix la seva estabilitat i el compliment de les especificacions, de manera semblant al que va succeir amb GSM.



## Estandarització

Tot i que el projecte per a la creació d'un nou estàndard es va gestar fa 7 anys en el IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*), no va ser fins a l'abril de 2002 que es va publicar la primera versió del mateix, la 802.16. Feia referència a enllaços fixos de ràdio amb visió directa (ELS) entre transmissor i receptor, pensada per cobrir "l'última milla", utilitzant de manera eficient

diverses freqüències dins de la banda de 10 a 66 GHz.

Un any més tard, al març de 2003, es va ratificar una nova versió, la 802.16a, i va ser llavors quan WiMAX, va començar a assolir rellevància com a tecnologia de banda ampla sense fils. També es va dissenyar amb un enfoc d'enllaç fixe, però només abasta un rang d'entre 40 a 70 quilòmetres, operant en la banda de 2 a 11 GHz, part del

**“WiMAX és una especificació per a xarxes metropolitanes sense fils (WMAN) de banda ampla, que desenvolupa el grup industrial del mateix nom”**

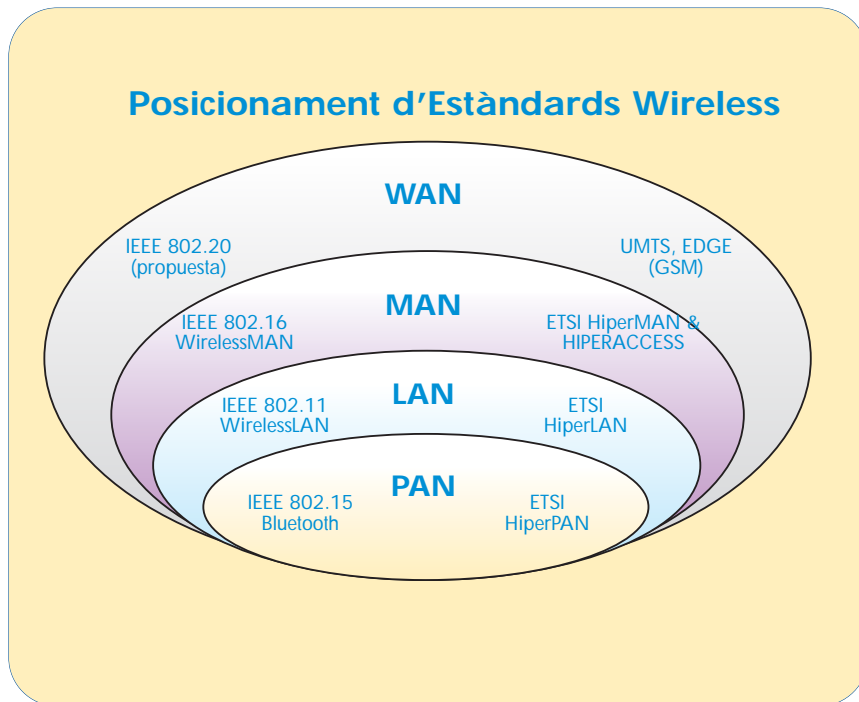
qual és d'ús comú i no requereix llicència per a la seva operació. Destaca, a més, per la seva validesa per a topologies punt a multipunt i, opcionalment, per a xarxes en malla (*mesh networks*), i no requereix línia de visió directa. Les bandes que utilitza són, de 3,5 GHz i 10,5 GHz, vàlides internacionalment, que requereixen llicència (2,5-2,7 als Estats Units), i les de 2,4 GHz i 5,725-5,825 GHz, que són d'ús comú i per a les quals no cal disposar d'autorització administrativa.

Un aspecte important de l'estàndard 802.16 és que defineix un nivell MAC (*Medium Access Layer*) que suporta múltiples enllaços físics (PHY). Això és essencial perquè els fabricants d'equips puguin diferenciar els seus productes i oferir solucions adaptades a diferents entorns d'ús.

Però WiMAX també té competidors. Una alternativa és l'estàndard Hiperaccess (>11 GHz) i HiperMAN (<11 GHz) de l'ETSI. Així i tot, la popularitat i rellevància que ha aconseguit WiMAX fa que s'estigui estudiant la possibilitat d'harmonitzar-lo amb aquesta última norma, que també utilitza una modulació OFDM. Sense oblidar-nos de Mobile-Fi (MBWA), l'estàndard 802.20 de l'IEEE, dissenyat específicament des del principi per manejar tràfic IP nadiu per a un accés mòbil de banda ampla, que proveeix velocitat d'entre 1 i 16 Mbit/s, sobre distàncies de fins a 15 o 20 Km, utilitzant freqüències per sota de la banda de 3,5 GHz.

### Característiques

L'estàndard 802.16 pot arribar a una velocitat de comunicació de més de 100 Mbit/s en un canal amb un ample de banda de 28 MHz (en la banda de 10 a 66 GHz), mentre que el 802.16a pot arribar als 70 Mbit/s, operant en un rang de freqüències més



baix (<11 GHz). És un clar competidor de LMDS.

Aquestes velocitats tan elevades s'aconsegueixen amb l'ús de modulació OFDM (*Frequency Division Multiplexing*) amb 256 subportadores, susceptible de ser implementada de diferents maneres, segons cada operador, per bé que la variant de OFDM emprada és un factor diferenciador del servei ofert. Aquesta tècnica de modulació és la que també s'empra per a la TV digital, sobre cable o satèl·lit, així com per a Wi-Fi (802.11a), ja que està suficientment provada.

A més de suportar les opcions FDD i TDD per facilitar la seva interoperabilitat amb altres sistemes cel·lulars o sense fils, garanteix la connexió a uns quants centenars d'usuaris per canal, amb un gran ample de banda, i també resulta apropiada tant per al tràfic continu com en ràfegues, amb independència del protocol (transporta IP, Ethernet, ATM, etc.). Com que també és susceptible d'oferir múltiples serveis simultanis amb Qualitat de Servei (QoS) en 802.16e, resulta adequat per a veu sobre IP (VoIP), dades

i vídeo. Per exemple, la veu i el vídeo requereixen baixa latència però suporten bé la pèrdua d'algun bit, mentre que les aplicacions de dades han d'estar lliures d'errors, però toleren bé el retard.

Una altra característica de WiMAX és que suporta les trucades d'antenes intel·ligents (*smart antennas*), pròpies de les xarxes cel·lulars de 3G, la qual cosa millora l'eficiència espectral, arribant a aconseguir 5 bps/Hz, el doble que 802.11a. Aquestes antenes intel·ligents emeten un feix molt estret que es pot anar movent, electrònicament, per enfocar sempre al receptor, amb la qual cosa (pel fet de ser un feix més concentrat), s'eviten les interferències entre canals adjacents i es consumeix menys potència.

També es contempla la possibilitat d'enxarxar malles (*mesh networks*) perquè els diferents usuaris es puguin comunicar entre ells, sense necessitat de veure's de manera directa. Això permet, per exemple, la comunicació entre una comunitat d'usuaris dispersos a un cost molt baix i amb una gran segure-



tat, pel fet de disposar de rutes alternatives entre ells.

Pel que fa a la seguretat, inclou mesures per a l'autenticació d'usuaris i l'encryptació de les dades mitjançant els algorismes Triple DES (128 bits) i RSA (1.024 bits).

### Aplicacions

Les primeres versions de WiMAX estan pensades per a comunicacions punt a punt o punt a multipunt, típiques dels radioenllaços per microones. Les pròximes, oferiran total mobilitat, raó per la qual competiran amb les xarxes cel·lulars.

Els primers productes que estan començant a aparèixer en el mercat s'enfoquen a proporcionar un enllaç d'alta velocitat per a connexió a les xarxes fixes públiques o per a establir enllaços punt a punt.

Així, WiMAX pot resultar molt adequat per a unir *hot spots Wi-Fi* a les xarxes dels operadors, sense necessitat d'establir un enllaç fix. L'equipament Wi-Fi és relativament barat però un enllaç E1 o xDSL resulta car i de vegades no es pot desplegar, pel que l'alternativa ràdio sembla molt raonable. WiMAX estén l'abast de Wi-Fi i proveeix una seriosa alternativa o complement a les xarxes 3G, segons com es miri.

Una de les principals limitacions en els enllaços de llarga distància via ràdio és la limitació de potència, per preveure interferències amb d'altres sistemes, i l'alt consum de bateria que es requereix. No obstant això, els avanços més recents en els processadors digitals de senyal fan que senyals molt febles (que arriben amb poca potència al receptor), puguin ser interpretats sense errors, un fet del que s'aprofita WiMAX. Cal esperar que els avenços previstos en el disseny de bateries per-

	WiMAX 802.16	WiFi 802.11	MBWA 802.20	UMTS y CDMA2000
<b>Velocitat</b>	124 Mbit/s	11-54 Mbit/s	16 Mbit/s	2 Mbit/s
<b>Cobertura</b>	40-70 km	300 m	20 km	10 km
<b>Llicència</b>	Si/No	No	Si	Si
<b>Avantatges</b>	Velocitat i Abast	Velocitat i Preu	Velocitat i Mobilitat	Rang i Mobilitat
<b>Inconvenients</b>	Interferències	Poc abast	Preu alt	Lent i car

metrà disposar de terminals mòbils WiMAX, que competiran amb els tradicionals de tipus GSM, GPRS i UMTS.

De cara a les empreses, es perfila com una alternativa força raonable, ja que el cost pot ser fins a 10 vegades menor que en el cas d'emprar un enllaç E1 o T1. De moment, no es parla de WiMAX per a l'accés residencial, però en un futur podria ser una realitat, substituint amb enormes avantatges a les connexions ADSL, o de cable, i fent que la veritable revolució de la banda ampla arribi a totes les llars.

Una altra de les seves aplicacions s'orienta a oferir serveis a zones rurals de difícil accés, a les quals no arriben les xarxes de cablejat. I és que la tecnologia WiMAX és molt apropiada per establir radioenllaços, atès el seu gran abast, alta capacitat i un cost molt competitiu, enfront d'altres alternatives.

Per als països en desenvolupament també pot ser una bona alternativa per el desplegament ràpid de serveis, competint directament amb les infraestructures basades en xarxes de satèl·lits, que són molt costoses.

Com que, a més, la instal·lació d'estacions base WiMAX és senzilla i eco-

nòmica, en la mesura que utilitza equipament que arribarà a ser estàndard, els operadors mòbils poden percebre-la més que com una amenaça, com una manera fàcil d'estendre les seves xarxes i entrar en un nou negoci on de moment estan absents, el que representa una oportunitat.

Ara com ara, algunes operadores de LMDS (*Local Multipoint Distribution System*) ja han començat a avaluar aquesta tecnologia de manera molt seriosa i a fer desplegaments de xarxa, utilitzant els elements de què disposen. Caldrà esperar, això sí, a veure el resultat d'aquestes proves i si es confirma la seva acceptació per part del conjunt de la indústria i dels usuaris.

#### José Manuel Huidobro



Enginyer de  
telecomunicació

# Traduccions automàtiques a través del mòbil

L'empresa de base tecnològica, Ta with you ([www.tauyou.com](http://www.tauyou.com)) creada aquest estiu a Sabadell ofereix un servei de traducció automàtica de text a través de qualsevol dispositiu mòbil. El seu fundador i director, Diego Bartolomé, és un doctor enginyer de telecomunicació que exerceix també d'investigador al Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya (CTTC).

envia **TAU** amb un mòbil català

codi idioma desitjat

DE	Alemany	IT	Italià
EN	Anglès	NL	Holandès
ES	Espanyol	PT	Portuguès
FR	Francès		

frase a traduir al 7210

Exemple: voldria dir "*je veux manger quelque chose*" en Anglès  
 Envia **TAU EN je veux manger quelque chose** al 7210

info@tauyou.com  
 www.tauyou.com

Preu SMS en territori nacional sense impostos: 0,9€. Segons operadora marcar +347210

► Figura 1

**E**n un món globalitzat, les necessitats de comunicació de les persones de diferents llengües i cultures, en qualsevol lloc i moment, creixen exponencialment. Per donar-hi resposta de manera fàcil i efectiva, l'empresa catalana Ta with you ofereix un servei inèdit de mobilitat que es resumeix en el significat del seu nom anglès: "traduccions automàtiques amb tu".

Ta with you basa la seva proposta comercial en sis aspectes bàsics:

1) Perspectiva social. Es tracta d'una iniciativa d'ajut a la societat perquè ofereix perspectives d'integració de les persones en diferents àmbits. En aquest sentit, s'adreça de manera pre-

ferencial a ONGs i altres entitats desproveïdes d'afany de lucre.

2) Diferenciació. Posicionament clar a favor dels serveis professionals d'alt valor afegit per als clients finals. En aquest sentit, i com a proveïdor de continguts mòbils, aposta per diferenciar-se del usos típicament lúdics.

3) Equilibri entre la R+D a llarg termini i la innovació a curt termini. Progressiu llançament comercial dels diferents serveis (com ara el de missatge breus de text SMS), mentre s'investiga, de manera simultània, noves possibilitats de cara a futurs productes (com ara, la interpretació simultània de veu). Amb aquesta doble perspectiva es

tracta de facilitar l'entrada de capital dels inversors disposats a aportar una part dels més de 350.000 euros que necessita el projecte, però que volen gaudir de rendibilitat en un termini més curt de l'habitual en empreses tecnològiques.

4) Protecció de la tecnologia. Es planteja de fer un gran esforç inicial en patentar les sol·lucions proposades, de cara a aconseguir, a cap dels anys, un notable increment del valor de la companyia. Per aquest motiu, la descripció posterior d'aquesta tecnologia no fa referència als detalls que s'estan patentant.

5) Les persones. Per portar a terme els objectius plantejats disposa d'un petit equip de persones implicades a fons i de bagatge professional interdisciplinari i versàtil, que apleguen preparació tècnica i capacitat de gestió.

6) Expansió internacional. A partir del 2009, quan s'espera gaudir dels primers beneficis, s'iniciarà el procés d'internacionalització de les operacions, orientat principalment als mercats europeus i llatinoamericans.

## Carta de productes

Ta with you té tres línies de negoci diferenciades.

A) Text: El servei de traducció automàtica de text a través del mòbil s'ofereix mitjançant SMS. El seu funciona-

ment és molt senzill i es resumeix en la Figura 1. La seva característica més destacada és que retorna la resposta en menys de 5 segons. Abans de finals d'any s'espera arribar als més de 3.000 missatges de text.

B) Imatge. Abans de l'estiu del 2007 es farà el llançament d'un nou producte, en aquest cas de traduccions d'imatge, que permetrà una estada més fàcil en països com ara la Xina o el Japó. Per fer-lo efectiu s'està desenvolupant un sistema de reconeixement òptic de caràcters (OCR) d'alta velocitat i fiabilitat. Es calcula que assolirà un temps de resposta (en la traducció del contingut d'una imatge mitjana) no superior als 10 segons.

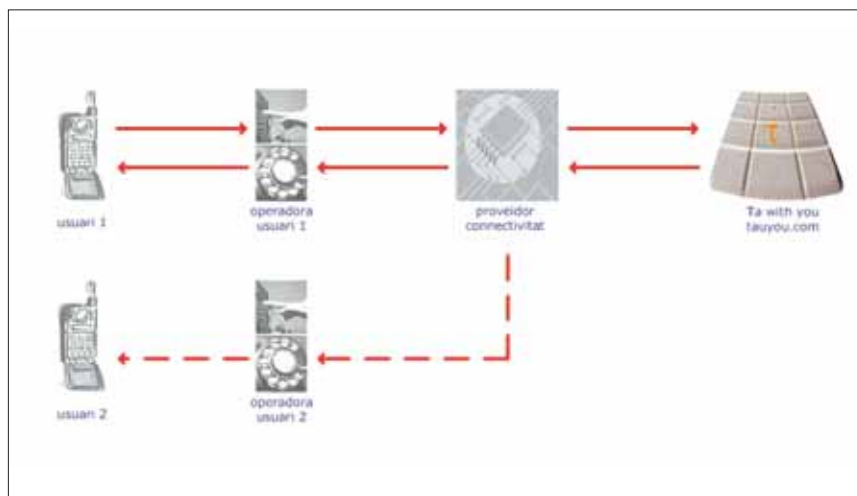
C) Veu: Cap al 2008 es preveu l'aparició del primer traductor de veu. A llarg termini, l'objectiu de l'empresa és oferir un intèrpret automàtic a través del mòbil, a un preu molt competitiu. D'acord amb les previsions sobre l'avenç d'aquesta tecnologia, es calcula que assolirà un temps de resposta (de la traducció de veu enviada a l'usuari), no superior als 15 segons. El funcionament bàsic d'aquest sistema es reflecteix en la Figura 2.

### Trets característics i tecnologia

Els trets més característics de tots aquests productes: la rapidesa, la fiabilitat i l'adaptabilitat, marquen la diferència respecte als existents en altres països (en l'àmbit espanyol és la primera iniciativa posada a disposició dels ciutadans i dels estrangers que ens visiten).

Pel que fa a la seva base tecnològica, com que està en procés de patent, es resumeix a continuació les línies principals en què es basen el productes, tal i com reflecteix la Figura 3.

En els dos extrems del sistema de traducció (entrada i sortida), que



► Figura 2

constitueix el nucli de sistema, es fa un preprocessament i un postprocessament del text per tal d'adaptar-lo a les diferents entrades i sortides. Així, en l'entrada, mentre que el producte de text s'adaptarà a l'escriptura abreujada i es transformarà, amb independència de l'idioma, en frases d'estructura gramatical correcta, en canvi, en el producte d'imatge es farà la conversió en text, i al seu torn, en el producte de veu es tindran en compte les variants dialectals i es farà el reconeixement automàtic de la veu. Pel que fa a la sortida, és a dir, el postprocessament, es faran les conversions inverses per tal de retornar la resposta al client en el format desitjat, un procés del qual convé destacar els mecanismes de síntesi de veu per als diferents tipus de client identificats.

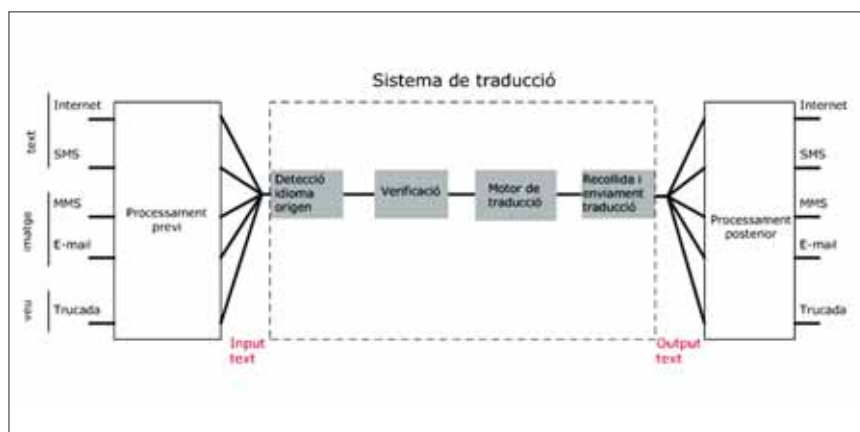
El nucli del sistema de traducció conté tres parts principals:

1) Detecció automàtica de l'idioma origen. És un tret clau del sistema, perquè així el client no s'ha de preocupar de saber quin és l'idioma que vol traduir. Aquesta detecció té un grau d'incert directament proporcional al nombre de paraules de la frase. Així i tot, n'hi ha prou amb una o dues paraules per disposar d'una bona traducció.

2) Verificacions: Per disposar d'una bona traducció, cal fer diferents proves lingüístiques per netejar la frase dels errors que es puguin cometre. Els més habituals tenen a veure amb la introducció de caràcters no pertinents, derivada de la incomoditat de l'escriptura de tipus SMS, amb les errades ortogràfiques, amb l'absència de signes de puntuació o bé amb la incoherència gramatical de la frase.

3) Motor de traducció. És l'encàrregat de retornar la traducció en els set idiomes disponibles actualment: espanyol, portugués, francès, italià, alemany, holandès i anglès. Disposa de

**“En els dos extrems del sistema de traducció (entrada i sortida), que constitueix el nucli de sistema, es fa un preprocessament i un postprocessament del text”**



► Figura 3

dues parts ben diferenciades. L'una s'encarrega de verificar les frases introduïdes i d'aprendre dels errors ja comesos en el passat, i l'altra, assumeix la traducció.

### Doble model de negoci

Els serveis de Ta with you s'orienten en general al sector turístic i en particular a totes les companyies en procés d'internacionalització. Per tant, els seus potencials clients són, d'una banda, els usuaris finals, i de l'altra, els prescriptors de tipus: hotels, agències de viatge, línies aèries, agències de lloguer de cotxes, transportistes i bosses de càrrega, organitzacions no governamentals (ONGs) i entitats públiques, empreses en processos d'internacionalització, etc.

Amb aquesta perspectiva, desenvolupa dos models de negoci principals:

- **Model de compartició d'ingressos.** Els prescriptors ofereixen el pro-

ducte als seus clients i mitjançant connexions online o tradicionals, els donen d'alta als sistemes de Ta with you. Per tant, per qualsevol missatge que arribi del número especificat, el prescriptor rep entre el 10% i el 15% del que paga l'usuari, ja que l'operador de mòbil i el proveïdor de connectivitat reben més del 60% del preu que paga el client.

- **Distribució:** El prescriptor adquireix una sèrie de paquets de productes i els revèn als seus clients. Pel que fa a primer producte, per SMS, el prescriptor pot adquirir paquets de missatges diaris o setmanals amb tarifa plana, o bé SMS unitaris que revindrà als seus clients a un preu adequat o bé els hi facilitarà com un servei afegit a tota la resta dels que ja ofereix de manera habitual.

### Patent internacional en tràmit

Amb una plantilla de tres persones

**“Els serveis de Ta with you s'orienten en general al sector turístic i en particular a totes les companyies en procés d'internacionalització”**

i una inversió inicial de 6.000 euros, Ta with you està immersa en aquest moment en una fase de recerca de finançament de més de 350.000 euros en tres anys, de cara a culminar els seus objectius estratègics. El retorn d'aquesta inversió està previst cap al quart any, a raó d'un 20% del flux de caixa. Abans d'això, aprofitarà al màxim l'instant que considera clau de la seva expansió internacional: els Jocs Olímpics de Pequín, de l'any 2008. Més enllà d'aquests data, cap el 2011, calcula poder arribar a una facturació d'uns dos milions d'euros. Però molt abans de tot això, a partir de l'any que ve, espera ampliar el radi d'acció als principals països europeus, on té intenció d'obrir delegacions comercials i de llicenciar la tecnologia, per a la protecció de la qual confia en una patent d'abast internacional que s'està tramitant.

#### DIEGO BARTOLOMÉ



Director de Ta with you  
Doctor enginyer de telecomunicació per la UPC i llicenciat en Administració i Direcció d'Empreses per la UAB

#### EMILIANO ACOSTA



Enginyer de telecomunicació

#### MONTSE FORNÉS



Arquitecta per la Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona (ETSAB)



# La supercomputación al servicio de la comunidad científica



**Durante el primer año de actividad del supercomputador MareNostrum, el Barcelona Supercomputing Center - Centro Nacional de Supercomputación (BSC) ha firmado convenios de colaboración con grandes empresas privadas de distintos sectores, como por ejemplo, Airbus, Gas Natural, Microsoft, Sun, Desafío Español Copa América y Repsol YPF. Para esta compañía petrolera desarrolla un software capaz de facilitar una mayor calidad de la información que se obtiene al realizar un análisis del terreno por medio de imágenes sísmicas, lo que redundará en una mejora notable de la capacidad de la multinacional para encontrar nuevas reservas de hidrocarburos y hacer más eficiente la explotación de las existentes.**

► Imagen digital de un proceso de experimentación en el área de Ciencias de la Vida.



**E**n el año 2004, el Ministerio de Educación y Ciencia, la Generalitat de Catalunya y la Universitat Politècnica de Catalunya, tomaron la iniciativa de crear el Centro Nacional de Supercomputación ([www.bsc.es](http://www.bsc.es)). Fundado oficialmente en abril de 2005, el Barcelona Supercomputing Center-Centro Nacional de Supercomputación (BSC) ha heredado toda la tradición del reconocido CEPBA (Centro Europeo

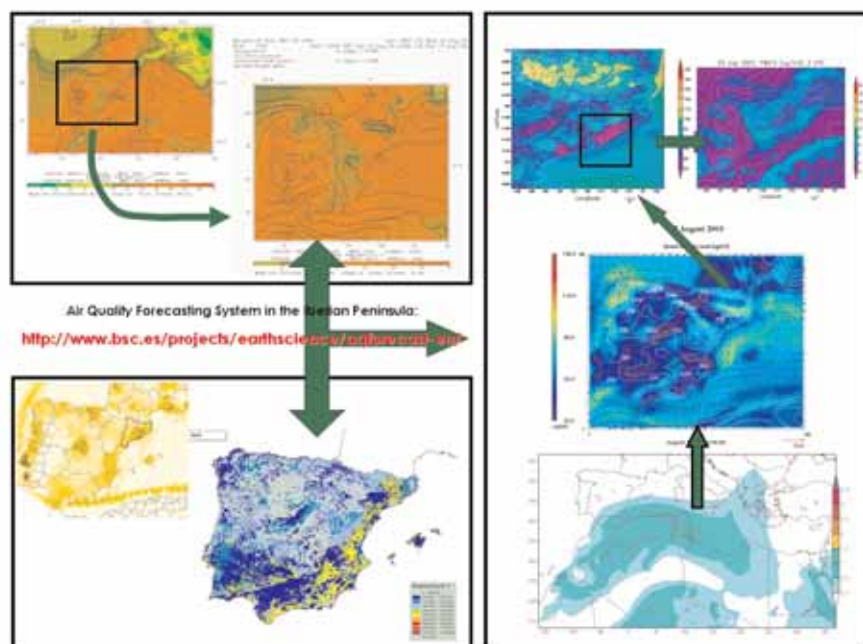
de Paralelismo de Barcelona), incrementada con la incorporación de MareNostrum, uno de los supercomputadores más potentes del mundo. Su principal actividad, en tanto que centro de investigación y servicios, es investigar en las tres áreas siguientes: Ciencias de la Computación, Ciencias de la Vida y Ciencias de la Tierra. El BSC.

En Ciencias de la Computación se investiga las arquitecturas de los computadores de altas pres-

taciones así como del software de base y de aplicaciones de estos computadores paralelos. Además de la investigación propia, se colabora con empresas líderes a nivel mundial como IBM, Microsoft, Sun e Intel y con los mejores grupos de investigación europeos y empresas europeas tales como Nokia, ST-Microelectrónica y

Philips, mediante proyectos europeos. Como ejemplos concretos, estamos investigando con IBM en el diseño de un computador que tenga una potencia de cálculo superior al Petaflop/s, que será 25 veces más rápido que el MareNostrum inicial, y con Microsoft, en el diseño de software y de futuros chips conteniendo centenares de procesadores.

El programa de Ciencias de la Vida se beneficia de la potencia del MareNostrum para obtener una comprensión más profunda del comportamiento de los organismos vivos, entendidos como máquinas moleculares cuyo comportamiento puede ser predicho por principios estadísticos o físicos. Las áreas de interés del programa incluyen análisis genómico, minería de bases de datos biológicas, biología de sistemas, estudio mecánico y dinámico de macromoléculas, predicción del plegamiento de proteínas, estudio de interacciones moleculares, análisis de los mecanismos de acción enzimáticos y diseño de fármacos.



► En el área de Ciencias de la Tierra, el MareNostrum investiga un sistema de predicción de la calidad del aire en la Península Ibérica.

Los principales proyectos en el área de Ciencias de la Tierra se focalizan en las áreas de investigación de la calidad del aire y la contaminación fotoquímica y aerosoles, donde se está poniendo en operación un sistema de pronóstico para la Península Ibérica con una resolución de 4 km, y para las áreas de Madrid y Barcelona de 1 km en colaboración con el Ministerio de Medio Ambiente. Por lo que respecto al cambio climático, se colabora con la NASA para mejorar la resolución de los modelos de circulación global; y en la emisión y el transporte de polvo natural desde áreas desérticas, donde un sistema de pronóstico es utilizado por el Instituto Nacional de Meteorológica y la Organización

Mundial Meteorológica.

### Una instalación científica y tecnológica singular

Uno de los principales objetivos del BSC es permitir el acceso de MareNostrum a la comunidad científica. Durante este segundo año de funcionamiento, se ha puesto en marcha el Comité de Acceso para los usuarios, que está formado por un grupo de expertos de reconocido prestigio científico. Cada tres meses, analizan todas las peticiones de acceso a MareNostrum y realizan una evaluación. Actualmente el centro dispone de más de 150 grupos de todo el mundo que está utilizando MareNostrum. Como norma general, se puede decir que el 70% de MareNostrum se emplea por usuarios externos al centro, el 20% por parte de los grupos de investigación internos del BSC y el 10% a ciertos proyectos singulares. En MareNostrum se han ejecutado verdaderos retos computacionales a nivel internacional y hemos ayudado a hacer

mejor investigación. Entre las muchas aplicaciones, provenientes de todas las áreas de la e-Ciencia, ejecutadas hasta ahora en el MareNostrum, se encuentran aplicaciones como la simulación cosmológica de la formación de la estructura del universo, o la simulación de turbulencias para el estudio de la aerodinámica de aviones y barcos, entre otros. Todas ellas han conseguido resultados nunca antes obtenidos en ningún otro centro de investigación en el ámbito mundial.

El BSC es un centro con clara vocación europea y mundial. MareNostrum forma parte de una red europea de computadores conectados a través de la red Géant y middleware específico. De esta forma, se multiplican los recursos de supercomputación hasta unos niveles inalcanzables individualmente. Además, desde principios del proyecto alrededor de unos 400 investigadores de diferentes ámbitos han visitado Barcelona para colaborar con los investigadores catalanes y usar los computadores paralelos gracias a la participación en el proyecto europeo HPC-Europa. También existen las ayudas ICTS otorgadas por el Ministerio de Educación y Ciencia para facilitar el acceso de investigadores pertenecientes a la comunidad científica española a recursos de grandes instalaciones científicas. Además, el centro cuenta con una participación muy significativa en otros cinco proyectos financiados por el Sexto Programa Marco de la Comisión Europea que se encuentran en fase de ejecución como SARC (cuyo objetivo es investigar nuevas técnicas para mejorar la explotación del paralelismo y así ser capaz de explotar las nuevas organizaciones de la arquitectura), XtreamOS (cuyo objetivo es el diseño, implementación, evaluación y distribución de un sistema operativo

**“Actualmente el centro dispone de más de 150 grupos de todo el mundo que está utilizando MareNostrum”**

para el grid), BeinGRID (cuyo objetivo es demostrar la validez de la computación en Grid a la industria y al comercio), SORMA (desarrollará e implementará un mercado para Grids), y BREIN (se busca desarrollar un entorno en el que se pueda representar de manera formal todos los procesos de negocio en el Grid).

Adicionalmente a las actividades de investigación, el BSC ofrece servicios como transferencia de tecnología, servicios de computación u formación a investigadores de la comunidad académica y a empresas privadas. Durante este año el BSC también ha firmado convenios de colaboración con grandes empresas privadas de distintos sectores, como por ejemplo, Airbus, Gas Natural, Microsoft, Sun, Desafío Español Copa América y, recientemente, con Repsol YPF, para la que desarrolla un software capaz de facilitar una mayor calidad de la información que se obtiene al realizar un análisis del terreno por medio de imágenes sísmicas, lo que redundará en una mejora notable de la capacidad de la multinacional para encontrar nuevas reservas de hidrocarburos y hacer más eficiente la explotación de las existentes.

Una de las claves del éxito del BSC es contar con un gran equipo humano. Actualmente, el centro se encuentra en un momento de plena expansión puesto que ha aumentado en gran medida su equipo humano desde sus comienzos. En el año 2005 el total de la plantilla contaba con unos 62 colaboradores mientras que en el año 2006 cuenta con 140 personas divididos entre personal científico (79%) y personal de soporte o gestión (21%). Esta cifra incluye personal adscrito de otras instituciones científicas como el Institut de Recerca Biomèdica, Universitat Politècnica de Catalunya, Universitat de Barcelona, etc. y personal investigador

financiado por ayudas como Ramón y Cajal, ICREA y otras de formación personal investigador otorgadas por el Ministerio de Educación y Ciencia y la Generalitat de Catalunya.

Por lo que respecta a recursos, además de disponer de MareNostrum el BSC ha adquirido un robot de 6 Petabytes destinado a incrementar y mejorar su capacidad de almacenamiento así como otra máquina para la gestión de bases de datos biológicas y de medio ambiente y un computador de 128 procesadores con merido Terabyte de memoria compartida. Todos estos recursos hacen que el BSC tenga un hardware y software de pri-

mera línea que, junto con el know-how y esfuerzo del equipo humano, ofrece un servicio excelente a la comunidad científica.



► El director del Barcelona Supercomputing Center - Centro Nacional de Supercomputación (BSC), Mateo Valero, delante del supercomputador MareNostrum.

### Premio Nacional Leonardo Torres Quevedo 2006

El director del Barcelona Supercomputing Center - Centro Nacional de Supercomputación (BSC), Mateo Valero, ha sido galardonado con el Premio Nacional Leonardo Torres Quevedo en Ingeniería por sus aportaciones fundamentales en el campo de los superordenadores vectoriales. La última edición 2006 de los Premios Nacionales de Investigación otorgados por el Ministerio de Educación y Ciencia, ha distinguido a otros cuatro investigadores españoles. Se ha premiado en todos los casos su labor reconocida internacionalmente, así como sus contribuciones al avance de las ciencias, el desarrollo social y la transferencia de tecnología. Nacido en Alfamén (Zaragoza), Mateo Valero es Doctor ingeniero de telecomunicación y catedrático del departamento de Arquitectura de Computadores de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Actualmente, dirige el Barcelona Supercomputing Center - Centro Nacional de Supercomputación (BSC), que aloja el MareNostrum, uno de los supercomputadores más potentes del mundo.

#### MATEO VALERO



Director del Barcelona Supercomputing Center - Centro Nacional de Supercomputación (BSC).  
Doctor ingeniero de telecomunicación y catedrático del departamento de Arquitectura de Computadores de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

# Primera promoció d'Enginyeria de Telecomunicació de la UAB

**L'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria (ETSE) de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) acaba de graduar la primera promoció d'enginyers de telecomunicació.**



► Els cinc primers graduats, acompanyats del director de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria (ETSE), Joan Sorribes, i de la sotsdirectora i cap d'Estudis d'Enginyeria de Telecomunicació, María Ángeles Vázquez.

**C**reats fa cinc anys, els estudis d'Enginyeria de Telecomunicació de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria (ETSE) de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) acaben de fructificar. El passat dia 1 de desembre es feia l'acte solemne d'entrega de títols de la seva primera promoció d'enginyers de telecomunicació.

Els estudis d'Enginyeria Tècnica de

Telecomunicació, en l'especialitat de Sistemes Electrònics, es van començar a impartir durant el curs 2001-2002 i fins ara, segons el director de l'ETSE, Joan Sorribes, "sempre han aconseguit cobrir les 80 places de nou ingrés en el mes de juliol". Actualment, la titulació té més de 300 alumnes matriculats, tots els quals, un cop finalitzada l'Enginyeria Tècnica de Telecomunicació tenen l'opció de continuar els seus estudis fent un segon cicle d'Enginyeria de Telecomunicació, d'Enginyeria Electrònica o d'Enginyeria de Materials. Pel que fa als orígens de la primera promoció d'Enginyeria de Telecomunicació de la ETSE, la sotsdirectora i cap d'Estudis d'Enginyeria de Telecomunicació, María Ángeles Vázquez recorda que "el segon cicle d'Enginyeria de Telecomunicació es va començar a impartir en torn de tarda el curs 2004-05 amb una oferta de 50 places de les quals inicialment se'n van cobrir 18". Hi afegeix que

"actualment els estudis estan tenint una molt bona acceptació i compten, en el seu tercer any, amb 74 alumnes matriculats".

Una altre aspecte que Vázquez subratlla és la procedència de l'alumnat del segon cicle d'Enginyeria de Telecomunicació. Diu que "atrau tant els enginyers tècnics de la pròpia ETSE (més d'un 60% del graduats continuen) com els graduats en altres escoles de Catalunya". Del seu perfil, "destaca un nombre significatiu d'alumnes que fan compatibles els estudis amb la feina o les pràctiques en empreses". Una situació que creu que es veu afavorida "pel fet que els estudis de telecomunicació de la UAB tinguin una estructura de 3+2 que permet a l'enginyer tècnic incorporar-se al mercat laboral i al mateix temps continuar la seva formació".

J. DUCH



► El gerent del COETC/ACET, Guillermo Canal, va fer la presentació de l'acte.

**C**oincidint amb el XVII Fòrum de Telecomunicacions i Electrònica celebrat del 16 al 25 d'octubre, el COETC/ACET va

## El COETC/ACET s'apropa als estudiants de "telecos"

**XVII Fòrum de Telecomunicacions i Electrònica de Barcelona**

organitzar el dia 23 un sessió de presa de contacte entre enginyers de telecomunicació col·legiats i estudiants de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Telecomunicació de Barcelona (ETSETB) de la Universitat Politècnica de Catalu-

nya (UPC).

En la presentació de l'acte, el gerent del COETC/ACET, Guillermo Canal, va explicar que la trobada volia facilitar la interacció de manera distesa entre enginyers de telecomunicació amb perfil



de potencials contractadors i futurs enginyers disposats a entrar en el mercat de treball.

Els estudiants que hi van assistir van poder presentar-se, comentar personalment les seves inquietuds laborals i demanar consell als 10 integrants de l'equip del COETC/ACET, que a més d'explicar les seves experiències professionals van informar-los i assessorar-los sobre la realitat del món laboral.

Per part del COETC/ACET hi van assistir: l'Albert Alcarraz, gerent d'Ifercat; Gonçal Bonhomme, subdirector general

d'Al-Pi; Josep Bosch, enginyer en exercici lliure; Meritxell Bosch, cap d'enginyeria de GCO Telecom i d'ICT Fàcil; Toni Brey, fundador de diferents empreses; Xavier Edo, soci fundador d'Alpha Enginyeria de Telecomunicacions; Albert Sitjà, director de transferència de tecnologia del CTTC; Josep Vilà, soci fundador de Vertical Proxer i Jaume Xarrié, soci director de T-Partner.

Els estudiants van valorar molt positivament aquesta iniciativa i van reconèixer la utilitat d'aquest tipus d'accions. Alguns d'ells van lliurar els seus currícu-

lums als possibles contractadors presents. Així mateix, el COETC/ACET va exposar el seu interès en mantenir una línia d'estreta col·laboració amb les escoles d'enginyeria i fomentar la relació entre els professionals i les universitats.

El Fòrum de Telecomunicacions i Electrònica és un certamen anual organitzat pels estudiants de la ETSETB amb el suport de la mateixa escola, que pretén ser el punt de trobada dels seus alumnes amb les empreses del sector.

COETC/ACET

## Les telecomunicacions volen pragmatisme

VI Col·loqui Servei Públic-Gestió Privada del Centre SP-SP de l'IESE

Vuit anys després de l'inici del procés de liberalització del sector de les telecomunicacions a Espanya, continua obert el debat sobre quin ha de ser el paper dels sectors públic i privat. La darrera aportació l'ha fet el VI Col·loqui Servei Públic-Gestió Privada organitzat el passat 23 d'octubre pel Centre Sector Públic-Sector Privat (Centre SP-SP) de l'IESE, amb la col·laboració de la Cambra de Comerç de Barcelona. Dedicada a "La política de les telecomunicacions a Catalunya: reptes en les infraestructures i gestió del servei", la jornada de debat va aplegar més de 60 professionals del sector de les telecomunicacions i va concloure que el sector de les telecomunicacions necessita polítiques pragmàtiques per afrontar el risc de fractura digital de la societat.

Inicialment, Joan Ignasi Grau, director del Centre de Telecomunicacions i Tecnologies de la Informació de la Generalitat, va destacar que el procés de globalització provoca canvis en el sector TIC, que obliguen a redefinir les compe-

tències del sector públic i del privat, per intentar trobar l'equilibri.

Al seu torn, el director general de Telefónica de Catalunya Kim Faura es va centrar en l'impuls de les infraestructures TIC a Catalunya i va assegurar que "l'autèntica fractura digital és que moltes persones no s'adonen de la importància de les TIC i que per això cal incidir en la percepció de la seva utilitat".

El punt de vista del sector públic el va exposar Jordi Pericàs, secretari general del Consell de l'Audiovisual de Catalunya, que va destacar que "l'Administració ha d'assumir el lideratge en la inversió en infraestructures, perquè no pot dependre només dels operadors". Sobre el paper de les operadores i de l'Administració en el lliure mercat, José López-Tafall, director de relacions institucionals d'Ono, va subratllar que l'acció pública "ha de reforçar, que no substituir, l'acció privada", i per això és clau incentivar l'ús i facilitar el desplegament de noves xarxes. Per la seva banda, Pedro Mier, director general de Mier Comu-



► La jornada de debat va aplegar més de 60 professionals del sector de les telecomunicacions.

nicaiones, va assenyalar que les polítiques de telecomunicacions han de fer-se per a la societat. En aquest punt també va coincidir Reinaldo Rodríguez, president de la Comissió del Mercat de les Telecomunicacions (CMT), que va criticar que es facin polítiques de telecomunicacions basades en la teoria i allunyades de la realitat. "Cal que la legislació tingui en compte les necessitats de la societat i una capacitat ràpida d'adaptació", va dir.

Cristina Aced

Centre Sector Públic-Sector Privat (IESE)

# La gestió del coneixement a debat



► Vista general dels assistents, amb la taula de ponents al fons.

**E**l COETC/ACET, l'Associació Catalana de Comptabilitat i Direcció (ACCID) i Delos Partnership van organitzar el 21 de setembre passat al Parc Tecnològic del Vallès, a Cerdanyola, una jornada de debat sobre la importància de la gestió del coneixement en l'empresa. En representació del COETC/ACET hi va participar Carles Martín, president de l'Associació Catalana d'Enginyers de Telecomunicació (ACET) i secretari general de l'Agència de Qualitat d'Internet (IQUA).

En la seva intervenció, Martín va dir que "el gran repte de les empreses és retenir el talent i absorbir el màxim de coneixement de tots els membres de l'organització". Ho va justificar al·legant que "el fet diferencial d'una empresa és el seu coneixement", i va al·ludir a les TIC per explicar que "la seva aparició ha fet del coneixement un bé comercial susceptible de compravenda".

El president de l'ACET també va diferenciar dos tipus de coneixement: l'implícit (aquell que és difícil de transmetre; per exemple, ensenyar a anar en bicicleta) i l'explícit (es pot recollir en un manual), i va comentar la importància que té per a les empreses contextualitzar tota la informació de què disposen i tractar-la adequadament, "perquè en tots els casos la cadena de valor és la suma de dades: informació, coneixement, experiència...". Per refermar aquest raonament va subratllar que "el coneixement genera innovació, però no es pot innovar si no s'aconsegueix treure profit de la informació que obtens. Això vol dir que s'ha de saber gestionar el coneixement de manera adequada".

La seva recepta per gestionar el coneixement és: sistematitzar la recollida d'informació: identificar, capturar, codificar i validar; integrar-la en els entorns habituals de treball: intranet, fulls de càlcul, processadors de textos, etc.; dimensionar correctament el procés (començar per objectius petits); recollir i interpretar correctament les dades i la resta d'informació i, finalment, fer servir l'experiència per validar tot el procés.

Finalment, Carles Martín va remarcar que la competitivitat de les empreses depèn de la bona gestió del seu coneixement, i que les TIC són l'eina imprescindible per aconseguir-ho.

**COETC/ACET**

## XVII Congrés d'Estudis de Telecomunicació (CEET)

**D**el 18 al 23 del mes de setembre passat, l'Escola Politècnica Superior de Castelldefels (EPSC) de la Universidad Politècnica de Catalunya (UPC) va acollir el XVII Congrés d'Estudis de Telecomunicació (CEET). Aquest certamen reuneix cada any a representants dels estudiants d'Enginyeria de Telecomunicació i Enginyeries Tècniques de Telecomunicació, amb l'objectiu de tractar els temes d'especial interès per a tots ells.

Tal como ja es habitual en aquests encontres, un dels punts més debatuts va ser la implantació de l'Espai Europeu

d'Educació Superior (EEES) i els seus efectes en l'alumnat de l'EPSC, que ja fa temps que aplica les metodologies educatives de la Declaració de Bolonya. En aquest sentit, el CEET va expressar el desig de disposar de tota la informació sobre l'EEES generada pels principals agents implicats en aquest procés, en especial el Ministeri d'Educació i Ciència i les universitats espanyoles. Un altre dels temes tractats més importants va ser el pas de la universitat a l'empresa que ha de fer l'estudiant. Per debatre a fons aquesta qüestió es va convidar al Col·legi



► Els estudiants van fer un seguiment massiu de totes les sessions de treball.

Oficial d'Enginyers de Telecomunicació de Catalunya (COETC), al Col·legi Oficial d'Enginyers Tècnics de Telecomunicació (COETT), al Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya (CTTC) i a l'empresa Neomedia.

**Alfred Causi**

Estudiant d'Enginyeria de Telecomunicació (EPSC-UPC)  
Comissió Organitzadora del CEET

# Les tecnològiques Nokia i Dell són les més ecològiques

**Les empreses tecnològiques més “verdes” són Nokia i Dell, segons un informe recent publicat per Greenpeace que avalua l'ús de productes químics nocius per al medi ambient i les iniciatives de reciclatge que fan 14 grans fabricants d'ordinadors i telèfons mòbils. La resta d'empreses que van per darrera en aquest rànquing són: HP, Sony Ericsson, Samsung, Sony, LG, Panasonic, Toshiba, Fujitsu-Siemens, Apple, Hacer, Morotoa i Lenovo.**

La indústria tecnològica i les autoritats dels governs occidentals coincideixen des de fa uns quants anys a subratllar la importància i la necessitat d'un reciclatge adient dels residus electrònics. Però amb aquesta bona voluntat, segons Greenpeace, ara ja no n'hi ha prou. Els seus últims estudis constaten que la majoria de les grans companyies informàtiques continua utilitzant en els seus productes components d'alta toxicitat per al medi ambient i de difícil reciclatge. I per donar ressò planetari a la seva denúncia, l'organització ecologista impulsa una campanya de classificació i puntuació trimestrals de les variables que intervenen en la política ecològica d'aquestes empreses. Concretament, de l'ús de productes químics tòxics per al medi ambient; de la recollida de productes obsolets i del seu reciclatge; i finalment, dels plans de futur per millorar la seva responsabilitat ecològica tant pel que fa al consumidor com als seus propis empleats.

Amb una puntuació sobre 10, les empreses que lideren la classificació són: els primers fabricants mundials de mòbils i ordinadors, Nokia i Dell, respectivament. En la cua d'aquest rànquing hi ha la marca xinesa d'ordina-

EMPRESA	ÍNDEX (de 0 a 10)
1 <b>Nokia</b>	7,0
2 <b>Dell</b>	7,0
3 HP	5,7
4 Sony Ericsson	5,3
5 Samsung	5,0
6 Sony	4,7
7 LG	4,3
8 Panasonic	3,3
9 Toshiba	3,0
10 Fujitsu-Siemens	3,0
11 Apple	2,7
12 Acer	2,3
13 Motorola	1,7
14 Lenovo	1,3

Font: Greenpeace

► Avaluació de polítiques ecològiques d'empreses tecnològiques

dors Lenovo, el segon fabricant mundial de mòbils, Motorola; la fàbrica taiwanesa de, sobretot, portàtils Hacer; i Apple, que segons Greenpeace continua fabricant productes amb PVC, per bé que l'empresa de Steve Jobs ha refutat els seus criteris de puntuació.

El grup ecologista conclou que cap d'aquestes empreses assoleix el nivell d'ecològica, però destaca a Nokia per utilitzar un mínim de productes químics nocius i a Dell pel programa de reciclatge que posa a la disposició dels seus clients. L'informe de Greenpeace, "Guide to Greener Electronics" (Guia per a una electrònica més ecològica), subratlla que Nokia va deixar d'incloure a principis de 2006 components de PVC en els seus productes, un plàstic molt utilitzat per a l'aïllament de cables que resulta molt contaminant si no es recicla bé. I de Dell diu també té plans molt ambiciosos de retallar l'ús de PVC i deixar d'utilitzar els BRF, una substància utilitzada en els circuits electrònics. Segons la mateixa organització ecologista, les fàbriques de productes electrònics generen cada any entre 20 i 50 milions de tones de residus, que equival en conjunt al 5% de totes les deixalles municipals mundials. Només a Espanya, l'any passat es van generar unes 200.000 tones de tecnocombreries.

Aquesta producció massiva creix a un ritme sostingut d'entre un 3% i un 5% cada any a tota Europa, gairebé el triple de ràpid que la resta de brossa.

# Sintonizar negocio y tecnología

**El último encuentro anual del e-business Center PwC&IESE celebrado en Madrid con la asistencia de más de 160 directores generales (CEOs) y responsables de departamentos de sistemas de información (CIOs) de empresas españolas, centró la atención en “Lo que el director general debe saber para gestionar las TIC”.**



Más de 160 directivos de empresas españolas asistieron al último encuentro anual del e-business Center PwC&IESE, dedicado a “Lo que el director general debe saber para gestionar las TIC”.

**L**os encargados de abrir la sesión, Juan José Toribio, director del IESE en Madrid, y José Luis Madariaga, presidente de PricewaterhouseCoopers (PwC), empezaron planteando el debate sobre cómo integrar a los responsables de sistemas de información en la toma de decisiones empresariales, aportando su particular punto de vista. Con cierta crudeza, el segundo de ellos, José Luis Madariaga, expuso que “a algún director general le costaría dar respuestas convincentes sobre lo que hace su departamento de tecnologías de la información, por ejemplo sobre cómo se toman las decisiones de inversión tecnológica; cuál es el papel del director de sistemas de información; cuánto se gasta en dicho departamento, o si está involucrado en la estrategia de negocio”. Para superar

con éxito esta anómala situación, el primero de ellos, Juan José Toribio, propuso como objetivo prioritario “alinear los responsables de tecnología con la estrategia de la empresa”.

Coincidió plenamente con este razonamiento el director de Gestión de Riesgos Empresariales de PwC, Mark Lutchen, que destacó que en muchos casos la tecnología “ha pasado de ser una herramienta de apoyo al negocio a ser el negocio mismo”. Abogó en este sentido por la necesidad de que las TIC formen parte inseparable de la estrategia empresarial.

Para Lutchen, una de las mayores responsabilidades del director de sistema de información (CIO) es evitar que el equipo ejecutivo tome decisiones inadecuadas y apruebe gastos superfluos

en TIC. En este sentido, apuntó que uno de los principales problemas de las TIC es que la mayoría de empresas invierten la mayor parte de su presupuesto –alrededor de un 70%– en proyectos heredados. “Los nuevos proyectos de TIC suponen únicamente el 30% de la inversión”, afirmó Lutchen. A su juicio, esta disparidad se explica porque, a menudo, se implantan nuevas soluciones tecnológicas “sin estimar los costes que supone el mantenimiento de dichos sistemas”. Así pues, la empresa debe realizar un análisis real del gasto total en TIC “no sólo en el propio departamento de TIC, sino también en las distintas unidades de negocio”.

## Toma de decisiones sobre tecnología

A continuación, los representantes del Banco de España, Correos y Endesa expusieron sus experiencias en la toma de decisiones sobre tecnología. En el caso del director de sistemas de información del Banco de España, Federico Flórez, su receta para alcanzar una buena gestión de las TIC, es “gestionar la división de tecnologías de la información como si tratase de una empresa”.

Por su parte, Rubén Muñoz, director de tecnología y sistemas de Correos, explicó que para asegurar el éxito en la gestión de las TIC “se requiere, por una parte, contar con socios estratégicos y, por otra, disponer del respaldo y liderazgo de la alta dirección”. Asimismo, Muñoz recomendó implantar un plan de



formación para los empleados, que permita sacar el máximo partido a las tecnologías implantadas.

Finalmente, los profesores del IESE Sandra Sieber y Josep Valor insistieron en la necesidad de garantizar un diálogo efectivo entre los directores generales (CEO) y los responsables de sistemas de información (CIO). Josep Valor señaló que el diálogo entre CIO y CEO se ve dificultado, a menudo, porque ambos están en ondas distintas. "Muchas veces, la visión de lo que las TIC representan es distinta para una y otra figura", advirtió Valor. También mencionó que el CEO "suele desconocer el porcentaje del pre-

supuesto que se invierte en mantenimiento y no es consciente del poco dinero que se dispone para nuevos proyectos". Del mismo modo, afirmó, el director general parece olvidar en ocasiones el coste que cada proyecto de TIC conlleva y solicita cambios que implican condenar al ostracismo las inversiones ya realizadas, mientras que exige al director de TIC que amortice sus inversiones.

Para "sintonizar" las figuras del CIO y el CEO, la profesora del IESE Sandra Sieber apuesta por formalizar las tareas relacionadas con los sistemas de la información. El primer paso consiste en esta-

blecer un comité TIC que lleve a cabo unas tareas bien definidas y en el que debe participar el CIO. Sieber señaló que los proyectos de tecnología no sólo deben involucrar a personal del departamento TIC sino también a todos los usuarios de la empresa. Por ello, es necesario delimitar con claridad quienes van a participar en el proyecto y establecer una corresponsabilidad.

CRISTINA PUIG

e-business Center PwC&IESE

**ELS PLANS DE PENSIONS I JUBILACIÓ**  
DELS ENGINYERS DE TELECOMUNICACIONS

PLA DE PREVISIÓ ASSEGURAT

PLANS DE PENSIONS DELS ENGINYERS INDUSTRIALS DE CATALUNYA

**laMútua**  
dels Enginyers

**LES SOLUCIONS A LA VOSTRA JUBILACIÓ**  
EN BONES MANS

PLA D'ESTALVI MULTIVERSIÓ

PLA DE PENSIONS ENGINYERS EMPRESA

# Gerolamo Cardano:

## L'art de la ciència i del joc

Homes amagats en fórmules

**Gerolamo Cardano, un nom associat a la resolució de les equacions cúbiques, va néixer a Pavia l'any 1501. És autor de dos centenars de llibres sobre matemàtiques, medicina, física, filosofia i religió. Jo només n'he llegit un: 'De propria vita', però no en llatí sinó traduït a l'espanyol: 'Mi vida'.**

**E**s parla de les fórmules de Cardano-Vieta, l'últim dels quals era François Viète (1540-1603), l'introduïdor dels signes més (+) i menys (-), però el primer treballava al marge dels símbols: s'ha dit que era un practicant de l'àlgebra retòrica. S'estimà més estudiar medicina que no pas jurisprudència com el seu pare (un advocat amic de Leonardo da Vinci), perquè eren estudis 'subjectes a la raó' i no a les opinions dels homes. Sobre els descobriments, opinava que eren fruit de la calma, de l'assossec i de la reflexió constant, afegides a l'experiència, la soledat i el mínim tracte amb els homes.

Amb el seu contemporani Niccolò Fontana, que signava amb el nom llatinitzat Nicolaus Tartalea Brixensis però que era conegut com a Tartaglia, un àlies que feia referència a la tartamudesa que patia (per a tots nosaltres, en canvi, és l'home del 'triangle'), Cardano va tenir una picabaralla, arran d'una acusació del primer de trencar una promesa de silenci i publicar la solució de les equacions de tercer grau que li havia confiat. "Confesso —deia Cardano, un any o dos més jove— que en matemàtiques algunes novetats, tot i que molt 'poquetes', van arribar a les meves oïdes a través de fra Niccolò".

Amb 32 anys començà a ensenyar



► Gerolamo Cardano

'oficialment' matemàtiques, a Milà. Reconeixia que era "una dedicació penosa, pels seus interessos". Necessitava els diners i hi al·ludia dient: "No ignorava el prestigi que perdria per això en el terreny de la medicina. Però, què havia de fer? No en tenia".

Cardano era també especialista en la interpretació dels somnis. Feia horòscops i pronòstics, i va encertar la data de la seva mort, el 21 de setembre de 1576. Abans d'arribar-hi es va passar cinc anys amb les seves memòries, encetades al voltant de la cèlebre batalla de Lepant. Parlant de la seva vida explica el seu gran plaer per la

lectura de llibres d'història i filosofia, en particular per Plotí i Aristòtil. Era afeccionat a l'esgrima, als escacs i també als daus (un producte, diu, d'amar-gor i escapatòria, 'aquella infame droperia'). El seu "Liber de ludo aleae" es considera el primer llibre de càlcul de probabilitats en jocs d'atzar. Acabem amb la seva descripció corporal: Ens diu que era d'alçada mitjana i que tenia "peus petits, massa amples per la part dels dits i amb l'empenya un xic aixecada, de manera que se'm fa difícil trobar sabates i em veig obligat a encarregar-les a mida. Sóc una mica estret de pit, braços molt prim, la mà dreta és grossa en excés i els dits incorrec-tes. Segons els quiromàntics jo hauria de ser neci i capsigrany, vergonya de la seva pretesa ciència". Caldria dir que al cap i a la fi, tots som éssers humans.

MIQUEL ESCUDERO



Professor de  
Matemàtica Aplicada  
de l'ETSETB

# Publicacions

## INFRAESTRUCTURAS PARA REDES DE TELECOMUNICACIONES. NORMAS UNE 133100

Autor:  
**Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT)**  
Editorial:  
**AENOR Ediciones**



**R**ecopilació de les cinc normes UNE sobre infraestructures per a xarxes de telecomunicacions, complementàries del Reglament de regulació de les Infraestructures Comunes de Telecomunicació (ICT). En la seva elaboració, a càrrec d'un grup de treball del Comitè Tècnic de Normalització CTN 133 "Telecomunicacions" de AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación), encarregat de normalitzar els aspectes constructius de les infraestructures de telecomunicació en planta exterior; hi va participar el Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación (COIT), experts d'empreses operadores i fabricants. Van treballar durant uns dos anys en la definició dels trets constructius dels elements implicats en les infraestructures de telecomunicació, en les condicions d'instal·lació, en les característiques dels materials i en les comprovacions necessàries que cal fer en l'obra executada. Pel que fa al contingut específic de cadascuna d'aquestes cinc normes UNE, la primera fa referència a les canalitzacions subterrànies; la segona, a les arquetes i cambres de registre; la tercera, als trams interurbans; la quarta, a les línies aèries; i la cinquena, a la instal·lació en façana.

**E**studi de les activitats de recerca i desenvolupament (R+D) a Catalunya durant el 2003, a través de l'anàlisi dels diferents sectors. El seu objectiu és identificar i valorar la posició de la indústria catalana en els àmbits de la innovació i l'R+D en un triple nivell: internacional, espanyol i català. Els seus resultats posen de manifest que la distribució de les despeses en R+D a Catalunya afavoreix al sector empresarial (67% del total), dins dels quals assoleix una gran importància la indústria en general, que representa un 42% de la despesa interna en R+D. Es tracta en aquest cas d'una participació clarament superior al seu pes en el PIB (27,5%). També és important l'aportació de la branca d'activitats TIC i de serveis d'R+D (inclosa en el sector terciari), que té una gran dependència funcional de la indústria i que representa el 5% de la despesa total en R+D. Això implica que el sector industrial, de manera directa o indirecta, és, amb molta diferència, el principal agent de l'R+D catalana.

## LA INNOVACIÓ I L'R+D INDUSTRIAL A CATALUNYA

Autors:  
**Joaquim Solà, Xavier Sáez i Montserrat Termes**  
(en col·laboració amb el Centre d'Estudis Industrials i la Universitat Autònoma de Barcelona)  
Editorial:  
**Secretaria d'Indústria (Departament de Treball i Indústria de la Generalitat de Catalunya). Col·lecció: Papers d'economia industrial.**



## TECNOLOGÍA VOIP Y TELEFONÍA IP. LA TELEFONÍA POR INTERNET

Autor:  
**José Manuel Huidobro y David Roldán.**  
Editorial:  
**Creaciones Copyright**



**S**ovint la tecnologia VoIP s'identifica de manera errònia amb la telefonia IP. Aquesta obra explica amb detall les seves diferències. Fan referència, de manera molt resumida, al fet que, mentre la veu sobre IP (VoIP) correspon al seu transport per xarxes de comunicació de paquets com ara Internet, i funciona sense operació telefònica perquè els usuaris s'identifiquen a partir de les adreces IP, que no són números de telèfon, en canvi, quan en una trucada d'aquestes característiques hi ha almenys un telèfon implicat, llavors s'anomena telefonia IP. En aquest cas és necessària la numeració telefònica internacional, i així es facilita la tarificació i la identificació de qui truca. Al llarg dels nou capítols de llibre també s'expliquen en profunditat tots els elements que intervenen en el servei de VoIP, començant pels més bàsics, com ara els que afecten a la digitalització de la veu, la seva transmissió per xarxa de dades, i acabant amb les aplicacions més importants, els seus aspectes de negoci i un exemple de projecte d'implantació en una empresa, tot passant per la descripció dels protocols que intervenen en tot aquest procés, les passarel·les entre xarxes de dades i telefòniques i el control de qualitat dels serveis.





**20  
07**

**LA NIT, UN GRAN PAS PER A LES TELECOMUNICACIONS,  
LA SOCIETAT DE LA INFORMACIÓ I EL CONEIXEMENT**

**Palau de Congressos de Catalunya | 8 de març'07**

**Patrocinadors (llista provisional)**

**22 Barcelona**  
El districte de la innovació

abertix telecom  
tradia retevisión

**ADTEL**

**AGGAROS**

**al<sup>pi</sup>**  
gran data center

**ALTRAN**

**Applus<sup>®</sup>**

**TecnoCredit**

**S**

**BT**

**Caixa  
d'Enginyers**

**CCRTV**

Generalitat de Catalunya  
Centre de Telecomunicacions  
i Tecnologies de la Informació

**ECO**  
CENTRE  
de Telecomunicacions  
i Tecnologies de la Informació  
CONSULTA

**ente sistemas**

**ERICSSON**

**everis**

**expectra**  
solucions per a la tele

**FUJITSU  
SIEMENS**

**Ibermática**

**Indra**

**InfoJobs.net**

**LANACCESS**  
TELECOM

**MERAK**

**mae**  
Comunicacions

**nextiraOne**

**ONO**  
Telecomunicacions

**orange**

**MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO  
Y COMERCIO**

**red.es**

**Telefonica**

**Teytel**

**...T...Systems**

**vodafone**  
FUNDACIÓN ESPAÑA

**Colaboradors**

**ESM**  
WORLD CONGRESS

**AETIC**

**Comunicaciones**  
Una publicación de IDG

**el Periódico**

**secartys**

Promou



col·legi oficial  
associació catalana  
enginyers de telecomunicació

**www.lanit.info**

Per a més informació:  
**93 224 01 50**  
**info@lanit.info**